

ISSN 2462-9588

*Congreso Internacional  
México- Colombia  
CICOM 2018*

*MEMORIAS*



**Octubre 11 2018**

Segunda Edición  
Periodicidad Anual  
Editor: Nelson Becerra

Editorial: FABBECOR.ONG



**Universidad**  
Francisco de Paula Santander  
Ocaña - Colombia  
\*Vigilada Mineducación\*



# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **COMITÉ EDITORIAL**

### **CONSEJO EDITORIAL**

Dr. Oscar Talavera Mendoza

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez

Dr. Edgar altamirano Caarmona

Dr. Jose Efren Marmolejo Valle

Mg. Jorge Adelmo Hernández Pardo

Mg. Tomas Antonio Vázquez Arrieta

Msc Hector fuquene ardila

MSc. José Vicente Reyes Mozo

MSc. Roberto Salas Ruiz

MSc. Mariluz Romero García

MSc. Miguel Ángel Leguizamón Páez

MSc. Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez

### **EDITOR RESPONSABLE**

Nelson Reynaldo Becerra Correa.

### **Editorial**

FABBECOR.ONG

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## COMITÉ CIENTÍFICO CICOM 2018

Nombre	Universidad	País
<b>PhD. José Alejandro López Pérez</b>		
Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil. Artes Visuales. Docente de la Pontificia Universidad Javeriana	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
<b>PhD. Marco Regalía</b>		
Universidad de Milán, Italia. Biología Molecular, Genética y Bioinformática. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia Italia
<b>PhD. Ricardo Castaño Tamara</b>		
Universidad Pedagógica Nacional. Facultad De Ciencias Sociales. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
<b>Mg. Tomas Vásquez Arrieta</b>		
Universidad Pedagógica Nacional – U.P.N. Sociología Filosofía. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
<b>Mg. Rosendo López</b>		
Universidad Pedagógica Nacional. Docencia de la Química. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
<b>PhD. Gloria Castellazzi</b>		
Universidad de Pavía, Italia. Bioingeniería y Bioinformática		Italia
<b>PhD. Salvatore Cappadona</b>		
Universidad de Milán, Italia. Bioingeniería. <b>Post-doc</b> Universidad de Utrecht, Holanda. Proteómica Computacional	Universidad de Utrecht	Holanda
<b>PhD. Edgar Altamirano Carmona</b>		
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del instituto Politécnico Nacional México. Docente Universidad Autónoma de Guerrero, México.	Universidad Autónoma de Guerrero	México

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

<b>PhD. José Antonio Jerónimo Montes</b>		
Universidad Nacional Autónoma de México Pedagogía, E-learning. Docente Universidad Nacional Autónoma de México.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
<b>Mg. José Mario Martínez Castro</b> Universidad Autónoma de Guerrero, México. Computación. Docente Instituto Tecnológico de Chilpancingo.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
<b>PhD. Juan Baltazar Cruz Ramírez</b> Curriculum and Instruction .Southern Illinois University, USA. Jefe del área de Gestión de Proyectos a Distancia de la UAGro Virtual.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
<b>PhD. René Edmundo Cuevas Valencia</b> Universidad Autónoma de Guerrero. Computación. Docente Universidad Autónoma de Guerrero. México.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
<b>PhD. Felicidad Bonilla Gómez</b> Ciencias de la Información. Universidad de la Laguna. Tenerife, Islas Canarias, España. Coordinadora General de la UAGro Virtual.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
<b>Mg. Valentín Álvarez Hilario.</b> Maestría en Computación. Universidad Autónoma de Guerrero. Docente Universidad Autónoma de Guerrero	Universidad Autónoma de Guerrero	México



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Contenido

1. INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	8
Análisis de Malware Basado en Agentes Inteligente .....	9
Aplicación Android para la localización de personas en caso de ataque epiléptico.....	17
Arquitectura para un generador de Aplicaciones Enriquecidas de Internet a partir de modelos IFML .....	22
Automatic Programming and Restructure of Modular Systems Management for Simulator Control Optimization .....	30
Automatización de Sistema Hidroponía en pecera.....	36
Big Data: Ventajas y desventajas - aplicaciones y tecnologías para implementar el servicio .....	44
Digitalización de los criterios del DSM-V para el diagnóstico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.....	50
Equipos distribuidos: Una tendencia palpable en el desarrollo de software .....	54
Metodología Scrum utilizada en asesorías de tesis para alumnos de ingeniería .....	61
Modelado tridimensional de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas: Herramientas y algoritmos ...	67
Propuesta de un sistema de instrumentación para registrar vibraciones en estructuras .....	76
Sistema de Evaluación al Desempeño del Personal Docente con una propuesta de solución adaptativa .....	79
Sistema de gestión del proceso evaluador para publicaciones científicas.....	88
Sistema de optimización del proceso de registro de recolección de leche para la asociación ganadera Agrosanjose (AGROMILK).....	92
Sistema Health Care para el monitoreo de arritmias cardíacas utilizando servicios WEB .....	97
Sistema inteligente de selección de componentes y presupuesto de computadoras (PC-WORLD) .....	105
Sistema móvil para la búsqueda de servicios de enfermería usando los servicios GPS de Google .....	110
2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	117
Algoritmo genético aplicado a la optimización de brigadas sanitarias para combatir el dengue .....	118
Búsqueda del mejor espacio de color para el reconocimiento de frutas utilizando visión artificial .....	125
Estudio de métodos para identificar signos de retinopatía diabética en imágenes de fondo del ojo.....	132
Extracción de Características Faciales a partir del Procesamiento Digital de Imágenes .....	139
Optimización de hardware para implementar en FPGAs el protocolo DALI usado en redes inalámbricas de sensores. ....	145
Problema del agente viajero (TSP), utilizando el algoritmo ABC de enjambre de Abejas -Una instancia.....	152
Prototipo de un sistema de reconocimiento facial para ingreso a la biblioteca de la UFPSO.....	159
Prototipo ontológico en apoyo al enfoque en el área de desarrollo de la carrera profesional Ingeniería de Sistemas.....	169
Revisión de métodos de autenticación y reconstrucción de información alterada en imágenes .....	175

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Timetabling: Optimización de los horarios .....	182
Solución de problemas de programación lineal mediante recocido simulado.....	188
3. MINERÍA DE DATOS .....	193
Análisis de datos de mujeres con diabetes gestacional para la inferencia temprana de óbito usando algoritmos de aprendizaje automático.....	194
Componentes para la Creación de un inventario de servicios en una Bases de Datos Federada Centralizada. ..	199
Determinación del rendimiento escolar sobre la población de Colombia de acuerdo a la incidencia en el consumo de droga .....	205
Estimación de la calidad del aire (AQS) y sus agentes contaminantes a partir de técnicas de minería de datos	210
Módulo FPGA inspirado en el algoritmo de Myers para mega acelerar la alineación de ADN .....	218
Sensor HRM como variable no invasiva para la detección de cambios en la concentración de glucosa en la sangre .....	225
Sistema de recomendación de ítems con características textuales, numéricas y de tipo catálogo, utilizando la técnica Basada en Contenido.....	230
4. TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA CULTURA DIGITAL .....	237
Admisibilidad de la Evidencia Digital en Latinoamérica .....	238
Agricultura de Precisión y Drones: Control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz.....	247
Análisis de la seguridad de la información en Big Data: Revisión .....	255
Análisis del estado del arte de métodos y sensores para identificar estados emocionales .....	260
Clasificación de eventos neuronales de una sola prueba provenientes de un EEG de características médicas. .	265
Criptografía: lo clásico, lo moderno y lo cuántico .....	272
Cryptography: the classic, the modern and the quantum .....	272
El rol de las redes sociales en procesos democráticos.....	279
Estrategias digitales de captación de estudiantes de educación a distancia mediante tecnologías emergentes ..	284
Implementacion de un sistema de logueo con la técnica de esteganografía digital en la plataforma Moodle ....	289
La Gestión de Riesgos y los SGSI (Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información) .....	298
Metodología de mantenimiento predictivo 4.0 para asegurar procesos de producción.....	303
Metodología para la migración y transición de .....	316
IPv4 a IPv6: Caso de estudio.....	316
Modelo de un sistema de georeferenciación para la ubicación, toma y transmisión de imágenes de avances de obra civiles en dispositivos con sistema operativo Android, para la supervisión y seguimiento en los proyectos de obra .....	323
Prototipo para gestionar el sistema eléctrico de un .....	330
Vehículo por medio de un dispositivo GPS .....	330
Sistema de transporte público: Caso práctico.....	337
Lugares históricos de Cuernavaca Morelos.....	337
Teletrabajo: Alternativa de inclusión laboral para El Caquetá en el posacuerdo colombiano .....	342

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

TIC al servicio de la gestión ambiental y social dentro del sector agropecuario .....	349
5. TENDENCIAS, RETOS Y TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN .....	356
Análisis de las Características de las Aplicaciones Móviles Educativas más Usadas.....	357
Aplicación móvil para el aprendizaje de la lengua Náhuatl en la variante de la Montaña Baja del Estado de Guerrero .....	360
Caracterización y Evaluación de las prácticas para obtener soluciones computacionales en la Universidad de Nariño.....	366
Desarrollo híbrido para un traductor de la lengua de señas mexicana a voz y/o texto.....	374
Educación virtual, una alternativa de innovación .....	380
Educativa en la UAGro, México. Caso: Licenciatura en gestión del capital humano .....	380
Estudio de la satisfacción del alumno virtual hacia los servicios brindados por los departamentos de la UVEG .....	384
Estudio de la tendencia en el desempeño del alumno virtual UVEG analizado desde un enfoque generacional .....	390
Evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual del SUVUAGro .....	395
Fortalecimiento de las habilidades blandas mediante ambientes de aprendizaje virtuales .....	401
La Innovación social y desarrollo de proyectos tecnológicos: una oportunidad para hacer extensión universitaria .....	416
Los fractales en la enseñanza - Aprendizaje de los conceptos de límite e infinito matemáticos .....	423
Los Videojuegos, una Herramienta Pedagógica para el Aprendizaje de las Matemáticas.....	430
Modelado 3D de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas .....	436
Modelo de planeación estratégica de TI. Caso de Estudio Institución De Educación Superior.....	443
Obtención y análisis del espectro de potencia normalizado de algunos códigos de línea.....	450
Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de Actividades Artísticas .....	460
Realidad Aumentada en la Robótica como Auxiliar en la Capacitación de Personal. Caso de Estudio: Brazo con Seis Grados de Libertad .....	473
Sistema de comunicación con voz para sordos .....	483
Sumas y restas proyección social para población con necesidades educativas especiales.....	489
Uso de juegos y macros de excel para la enseñanza de la programación.....	494
Uso de Ondas Sonoras en Dispositivo Electrónico Adaptable a Bastones Para Personas Con Discapacidad Visual. ....	500
Videojuego educativo Undyin Night “Leyends of Zipa” .....	507
Aplicación Móvil de la Cinemática Directa de un Robot Manipulador SCARA a través de Android y MatlabTM .....	518

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **1. INGENIERÍA DE SOFTWARE**

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Análisis de Malware Basado en Agentes Inteligente

Jiménez García Juan Antonio  
Instituto Politécnico Nacional  
CIDETEC  
Av."Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-6000 Ext. 52516  
jigja2810@hotmail.com

Rodolfo Romero Herrera  
Instituto Politécnico Nacional  
ESCOM  
Av."Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-600 Ext. 52040  
rromeroh@ipn.mx

Silva García Víctor Manuel  
Instituto Politécnico Nacional  
CIDETEC  
Av."Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-6000 Ext. 52516  
vsilvag@ipn.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La cantidad de muestras de malware es elevada y los recursos como tiempo y costo que se requieren para el análisis de las muestras son altos. Aunado a ello el análisis se complica por la implementación de técnicas de ofuscación por parte de los desarrolladores de malware. La mayoría de los laboratorios para el análisis de malware están orientados a arrojar resultados para que el analista los interprete dificultando el procesamiento de los resultados por un algoritmo externo. Por lo cual en este trabajo de investigación se propone el uso de agentes inteligentes que capturen la interacción que el malware al momento de ejecutarse tenga en el sistema de archivos, en las llaves de registro, actividad en la red y en los procesos; proveyendo resultados en formato JSON (JavaScript Object Notation) para facilitar el procesamiento e intercambio de información entre aplicaciones.

### ABSTRACT

The number of malware samples is high and the time and cost resources required for sample analysis are high. In addition, the analysis is complicated by the implementation of obfuscation techniques by malware developers. Most laboratories for malware analysis are oriented to yield results for the analyst to interpret them by making it difficult to process the results by an external

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

algorithm. Therefore, in this research we propose the use of intelligent agents that capture the interaction that the malware at the moment of execution has in the system in the file system, in the registry keys, activity in the network and in the processes Providing results in JavaScript Object Notation (JSON) format to facilitate the processing and exchange of information between applications.

### Palabras clave

Malware; análisis dinámico; agentes inteligentes; laboratorio de análisis.

### Keywords

Malware; Dynamic analysis; Intelligent agents; Analysis laboratory.

### INTRODUCCIÓN

El código malicioso o malware es un software que realiza las acciones que el atacante desea una vez que este se ejecuta; existen diversos tipos de malware [1].

Las nuevas variantes de malware van en aumento cada año con nuevas y mejoradas técnicas de ofuscación; incluso se ha propuesto clasificar el malware de acuerdo al tipo de técnica de ofuscación que implementan [2].

El aumento acelerado de muestras de malware complica el análisis y la pronta respuesta. Tan sólo en el 2015 los laboratorios ESET recibían a nivel mundial alrededor de 200 mil nuevas variantes de malware por día [3].

El análisis dinámico de malware consiste en ejecutar las muestras y observar la interacción con el sistema [4]. El análisis de malware se lleva a cabo en laboratorios, algunos cumplen con las necesidades básicas y con la seguridad necesaria para tener un medio controlado [5]. En este trabajo se propone un laboratorio de malware para el análisis en el sistema operativo Windows 10, el cual consta de dos máquinas virtuales en las cuales se distribuirán

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

los agentes inteligentes que realizarán el análisis dinámico. El objetivo de estos agentes es proporcionar información útil para posteriormente realizar una clasificación y/o detección de la muestra.

## TRABAJOS RELACIONADOS

Cuckoo es un sistema de análisis de malware de código abierto que permite analizar diferentes tipos de archivos [6].

Diversos trabajos de investigación han propuesto sistemas para el análisis de malware, como “Malware Slums” que realiza un análisis sobre el intercambio de tráfico en la red, se concluye que más del 26% de las URL (Uniform Resource Locator) donde navegaron contenían código malicioso [7]. X. Gui, et. al. Proponen un análisis de malware por medio de la observación masiva creada por usuarios de iphone [8].

Hay sistemas que se encargan del análisis de malware para infraestructuras críticas, por medio de una arquitectura donde se propone un análisis semi-automático [9].

En las investigaciones presentadas se hacen análisis sobre el tráfico de red; sin embargo, se deja de lado la interacción que el malware puede tener con el sistema de archivos o las llaves de registro del sistema. Cuckoo y la arquitectura para infraestructuras críticas está orientada para obtener resultados de utilidad para el analista.

El análisis dinámico ha sido usado para la clasificación y detección del malware, ya que permite evadir técnicas de ofuscación de cifrado, metamórficas y polimórficas.

Realizar una clasificación por medio del análisis del comportamiento de la muestra permite la clasificación de nuevas familias de malware sin conocerlas [10].

Algunos trabajos de investigación realizan la clasificación y/o detección de malware por medio de la interacción que tiene la muestra con las llamadas al sistema utilizando técnicas de agrupamiento o grafos de comportamiento [11], [12], [13].

El análisis de las muestras no siempre es complejo, se puede limitar a analizar una sola interacción con el sistema; por ejemplo, las operaciones que se realizan con el sistema de archivos, proponiendo una clasificación limitada a las familias de malware con alta interacción en el sistema de archivos [14].

También se han realizado sistemas que evalúan sólo el comportamiento de los procesos en el sistema por medio de redes neuronales [15].

Los trabajos [6 - 15] obtienen diversas características por medio del análisis dinámico de la muestra con la finalidad de no sólo observar sino de lograr una clasificación o detección de la muestra; sin embargo, algunos de ellos limitan el vector de características circunscribiendo la clasificación o detección de algunas muestras dejando fuera algunas familias o tipos de malware.

## REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El equipo huésped alberga las máquinas virtuales y necesita de requerimientos mínimos, detallados en la Tabla 1.

En la máquina virtual 1 de análisis se ejecutan las muestras de malware. La máquina virtual 2 se encarga de capturar el tráfico de red que generará el malware.

Tabla 1. Requerimientos de los equipos.

Requerimientos	Huésped	Análisis	Captura de tráfico
Memoria RAM	16 GB	4 GB	1 GB
Procesador	Intel Core i-7 CPU 2.20 GHz	-	-
Disco Duro	500 GB	200 GB	50 GB
Sistema Operativo	Debian 8	Windows 10	Debian 8 sin entorno gráfico
Software Adicional	VMware Workstation PRO	Python 2.7	TCPdump y Squid 3
Adaptadores de Red	-	1	2

## ARQUITECTURA DEL LABORATORIO.

El principal propósito de la arquitectura del laboratorio consiste en capturar todo el tráfico de red generado. La máquina de análisis se configura de tal manera que todo el tráfico se redireccione a la máquina de captura de tráfico.

En la Figura 1 se muestra la configuración de las propiedades del IPv4 (Internet Protocol versión 4), la puerta de enlace contiene la dirección IP de la máquina de análisis.

The image shows a network configuration window for IPv4. It includes fields for IP address (10.0.10.128), Subnet mask (255.255.255.0), and Default gateway (10.0.10.129). There are two radio buttons for DNS configuration: 'Obtain DNS server address automatically' (unselected) and 'Use the following DNS server addresses:' (selected). Under the selected option, there are fields for Preferred DNS server (8.8.8.8) and Alternate DNS server (empty).

Figura 1. Propiedades IPv4.

Se utiliza un proxy transparente en Debian 8 para tener un mayor control sobre el tráfico de red en el laboratorio. También se utiliza Squid 3 por lo que es necesario un equipo con 2 adaptadores de red. En la Figura 2 el adaptador de red eth0 se configura con la dirección IP de la red interna y el adaptador de red eth1 se configura con la dirección IP que tiene acceso a internet.

```
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:0c:29:ca:40:ca
inet addr:10.0.10.129 Bcast:10.0.10.255 Mask:255.255.255.0
inet6 addr: fe80::20c:29ff:feca:40ca/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:3592 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:4249 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:535704 (523.1 KiB) TX bytes:4232469 (4.0 MiB)

eth1 Link encap:Ethernet HWaddr 00:0c:29:ca:40:d4
inet addr:172.16.16.151 Bcast:172.16.16.255 Mask:255.255.255.0
inet6 addr: fe80::20c:29ff:feca:40d4/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:24200 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:12119 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:32486541 (30.9 MiB) TX bytes:1148398 (1.0 MiB)
```

Figura 2. Configuración de los adaptadores de red.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Por medio de IPTables se redirecciona el tráfico que se recibe por eth0 al puerto 3128 que utiliza Squid 3 por defecto. Una vez concluidas estas configuraciones se tiene listo el laboratorio tal como se muestra en la Figura 3.

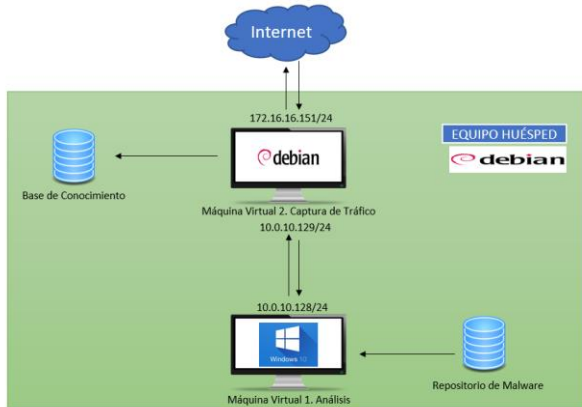


Figura 3. Laboratorio.

## Variables a considerar

En los sistemas operativos Windows se monitorea el sistema de archivos, las llaves de registro, los procesos, conexiones de red y el tráfico de datos.

## Sistema de Archivos

El sistema de archivos que utiliza Windows es el NTFS (New Technology File System) el cual organiza los archivos en directorios. La actividad a monitorear en el sistema de archivos consiste en identificar la interacción de la muestra con los archivos en el sistema.

## Registro

La definición formal de Windows es: “El Registro contiene información que Windows utiliza como referencia continuamente” [16].

Los archivos auxiliares de cada sección se localizan en la dirección: C:\Windows\system32\config; la base de datos se organiza en forma de árbol.

La interacción que se puede tener con el registro es:

- Agregar una subclave o valor
- Cambiar un valor
- Eliminar una subclave o valor
- Cambiar el nombre de una subclave o valor

## Procesos

Consiste en identificar los métodos originados por el software malicioso, así como los derivados y sus características, el nombre y el identificador asignado por el sistema operativo para tener un control sobre él en el laboratorio.

## Actividad de Red

Consiste en identificar los servicios a los que el malware intenta acceder, así como el intercambio de datos que ocurren en el flujo de red. Es importante reconocer las direcciones IP y los puertos involucrados.

## Agentes inteligentes

Un agente inteligente se define como una entidad de software que, basándose en su propio conocimiento, realiza un conjunto de operaciones destinadas a satisfacer las necesidades de un usuario o de otro programa, bien por iniciativa propia o porque alguno de éstos se lo requiere [17]. Para el análisis y desarrollo de los agentes se utiliza la metodología Tropos. Tropos es una metodología orientada al desarrollo de software de agentes inteligentes [18]. Tropos se compone de 5 fases:

## Análisis de Requisitos Tempranos

Esta etapa consiste en identificar y analizar las partes involucradas y sus intenciones. En la Figura 4 se muestran los actores del sistema y la relación que existe entre ellos.

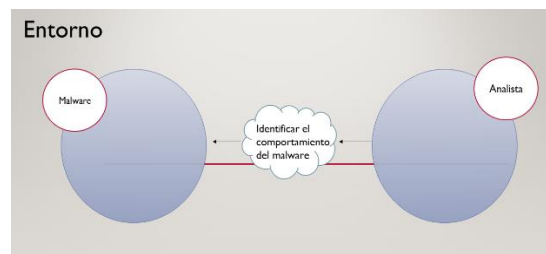


Figura 4. Actores del Sistema.

En la Figura 5 se muestran las metas que tiene el actor llamado Malware, tales como robar información, secuestrar el equipo o la información; y reclutar el equipo víctima para un bot. Estas metas fueron definidas de acuerdo al Instituto Nacional de Ciberseguridad de España [19].



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

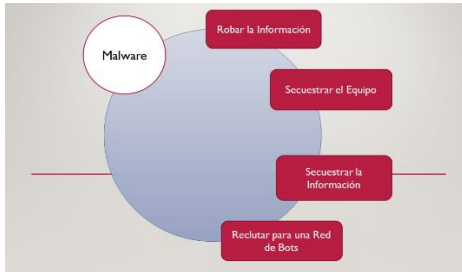


Figura 5. Metas del Actor Malware.

Las metas de un analista de malware consisten en entender cómo funciona la muestra con la finalidad de prevenir la propagación, crear un plan de respuesta a incidentes en caso de infección e identificar las vulnerabilidades que explota esa muestra; también debe familiarizarse con los métodos y técnicas de desarrollo de malware actual. De esta forma se definen las metas del actor llamado analista. Ver la Figura 6.



Figura 6. Metas del Actor Analista.

## Análisis de Requisitos Tardíos

En esta etapa se desarrolla al actor el cual es el sistema multi agente general, así como las nuevas dependencias que se crean en el entorno cuando este se añade a él. Ver Figura 7.

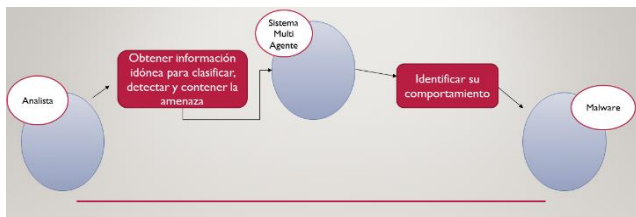


Figura 7. Diagrama de Requisitos Tardíos.

## Diseño estructural

Esta etapa se centra en definir los agentes inteligentes del sistema, así como la comunicación que habrá entre ellos. Para el sistema se definen 6 agentes inteligentes cada uno con un plan en específico capaz de desenvolverse en su ambiente. El agente Maestro coordina la actividad de cada uno de los agentes restantes así como la comunicación; como se muestra en la Figura 8.

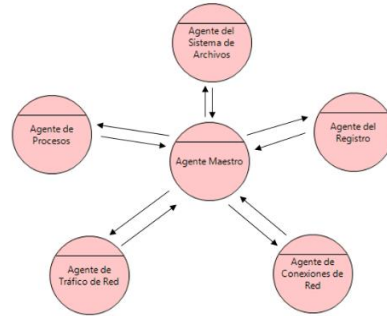


Figura 8. Agentes Inteligentes

## Diseño detallado

Esta etapa consiste en detallar cada una de las metas de cada agente.

### 1) Agente maestro

El agente maestro es un agente de tipo reactivo, actúa de acuerdo a la información que le brindan los otros agentes y tiene como metas principales iniciar la ejecución del malware en el entorno controlado y al mismo tiempo empezar el análisis con la ayuda de los otros agentes (ver Figura 9).

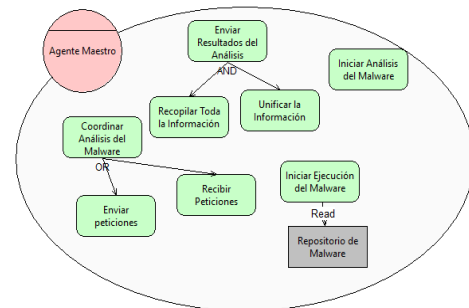


Figura 9. Agente Maestro.

### 2) Agente del sistema de archivos

El agente de sistema de archivos es un agente de tipo reactivo; actúa de acuerdo a la actividad que detecta en NTFS. Sus metas son detectar los archivos que tienen interacción con el malware y la comunicación con el agente maestro (ver Figura 10).

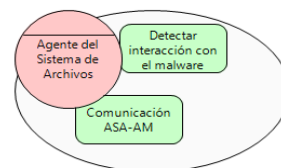


Figura 10. Agente del Sistema de Archivos.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

### 3) Agente del registro

El agente del registro es un agente de tipo filtrado el cual realiza una copia del registro de llaves antes y al finalizar la ejecución del malware. Una vez que tiene ambas copias realiza una comparación entre ambos archivos y reporta los cambios en ambos archivos (ver Figura 11).

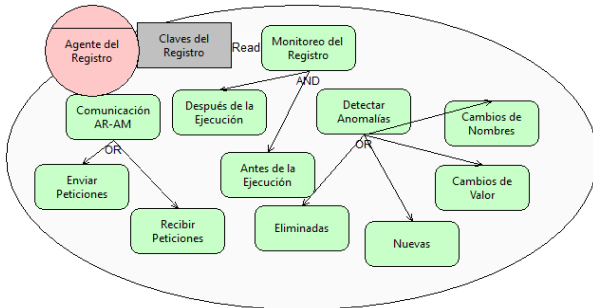


Figura 11. Agente del Registro.

### 4) Agente de conexiones de red

El agente de conexiones de red es un agente de tipo reactivo que actúa de acuerdo a la actividad que detecta en las conexiones de red, si la conexión se considera maliciosa se almacena la dirección IP destino y los puertos que intervienen. (ver Figura 12).

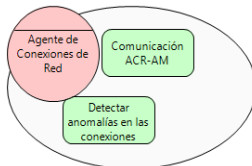


Figura 12. Agente de Conexiones de Red.

### 5) Agente de tráfico de red

El agente de tráfico de red es un agente reactivo que actúa de acuerdo a la información capturada del agente de conexiones de red; con base en esta información crea filtros para poder filtrar el tráfico generado sólo por la muestra de malware (ver Figura 13).

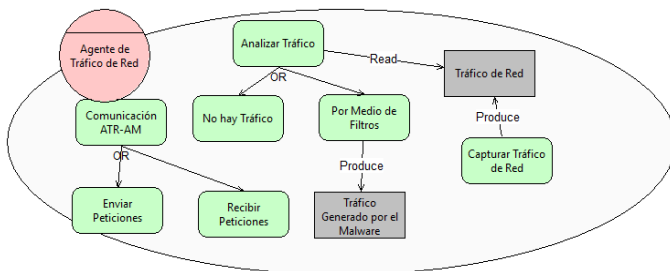


Figura 13. Agente de Tráfico de Red.

### 6) Agente de procesos

Agente de tipo reactivo que actúa de acuerdo al proceso de la muestra y los que se deriven almacenando el nombre e

identificador para tener un control sobre él en el sistema (ver Figura 14).

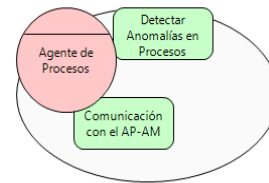


Figura 14. Agente de Procesos.

La implementación se realizó en Python, y los agentes se encuentran distribuidos en el laboratorio de análisis de malware.

## ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se detallan las características del malware postal gusanito, que es un malware el cual se distribuye por medio de correo electrónico. Se utiliza este malware como ejemplo porque es una muestra que presenta actividad en cada una de las variables a analizar.

### Identificación de la Muestra

En la Tabla 2 se muestra la información que identificar de manera única la muestra de malware. Es importante señalar el nombre del archivo que se está analizando, su tamaño, el formato en que se encuentra y utilizar alguna función Hash SHA1 (Secure Hash Algorithm 1) para identificarla.

Tabla 2. Información del malware

	Detalles
Nombre	Postal_gusanito.exe
Tamaño	247 KB
Formato	EXE
SHA1	5a923137a7fcb5b0e5b80bd9ca9cfacba6dd0c5

### Características del malware

Se muestran los resultados obtenidos de un análisis dinámico con herramientas básicas de análisis como son RegShot para el monitoreo de las llaves de registro y el sistema de archivos, Process Explorer para ver los procesos del sistema, TCPView para monitorear las conexiones de red y TCPdump para la captura de paquetes.

#### 1) Procesos creados

Se crea el proceso llamado gui.exe y de este se deriva el proceso Firefox.exe o el navegador que esté instalado en el equipo como se muestra en la Figura 15.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

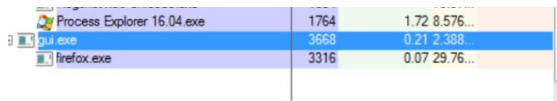


Figura 15. Procesos Creados.

### 2) Llaves del registro

De todas las llaves que obtiene como resultado RegShot la más interesante es la llave de registro en la dirección HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run (ver en la Figura 16) con lo cual el software garantiza la persistencia en el equipo haciendo que el archivo gui.exe se ejecute cada que se inicia el equipo, si se obtiene el valor SHA1 del archivo gui.exe (ver Tabla 3) se concluye que es un archivo distinto al ejecutado anteriormente.

Tabla 3. Información del archivo gui.exe

	Detalles
Nombre	gui.exe
Tamaño	61 KB
Formato	EXE
SHA1	efce3245cd3eee1060d63fa405def359b8d847ce

```
-----
Values added: 1
-----
HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run\gui: "c:\windows\system32\gui.exe"
```

Figura 16. Llave de Registro Creada.

### 3) Sistema de archivos

En el sistema de archivos se encuentran tipos javascript, html y gif entre otros. En la Figura 17 se muestran los archivos nuevos en el sistema que ha identificado RegShot.

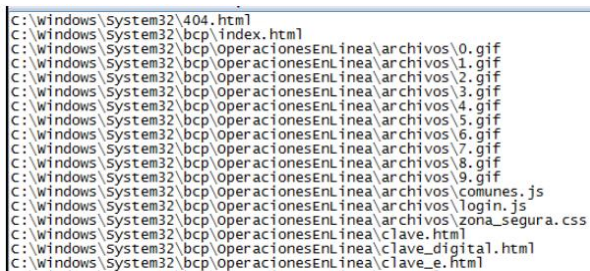


Figura 17. Archivos Agregados.

### 4) Captura de tráfico

En la captura de tráfico se encuentra un nombre de dominio el cual se busca resolver por medio del servidor de DNS (Domain Name System) "www.claro.com.pe" como se muestra en la Figura 18.

```
17:51:45.307092 IP 8.8.8.8.53 > 172.16.16.151.52290: 24654 4/0/0 CNAME www.cl
aro.com.pe.edgesuite.net., CNAME a908.b.akamai.net., A 201.149.60.90, A 201.1
49.60.105 (138)
0x0000: 000c 29ca 46d4 0050 56e1 66dd 0800 4500 ..).@..PV.f...E.
0x0010: 00a6 3fdd 0000 8011 2db3 0808 0808 ac10 ..?.....
0x0020: 1097 0035 cc42 0092 01f6 604e 8180 0001 ...5.B....N....
0x0030: 0004 0000 0000 0377 7777 0563 6c61 726f .....www.claro
0x0040: 0363 6f6d 0270 6500 0001 0001 c00c 0005 .com.pe.....
0x0050: 0001 0000 036b 0020 0377 7777 0563 6c61 ....k...www.cla
0x0060: 726f 0363 6f6d 0270 6509 6564 6765 7375 ro.com.pe.edgesu
0x0070: 6974 6503 6e65 7400 c02e 0005 0001 0000 ite.net.....
```

Figura 18. Paquete Capturado.

El análisis muestra las características del malware que un analista puede detectar en un análisis dinámico en un medio controlado.

Se muestran los resultados obtenidos por medio de los agentes inteligentes y una comparación respecto a otras herramientas de análisis automáticos como son Cuckoo por medio de la página malwr.com y la página virus total (virustotal.com).

En la Figura 19 se muestra el reporte generado por el laboratorio de análisis de malware después de analizar el archivo Postal\_gusanito, en el cual se muestran las llaves de registro eliminadas y creadas, las direcciones conexiones de red dominios, archivos con los que se tuvo interacción y los procesos creados durante la ejecución del malware.

En la Tabla 4 se muestra una comparación de los resultados obtenidos respecto al análisis proporcionado por la página malwr y VirusTotal el cual está muy limitado en cuanto a la información que brinda respecto al comportamiento de la muestra; la mayor cantidad de información es un análisis estático muy detallado.

Respecto a malwr en la parte de archivos y llaves de registro presenta una gran cantidad de falsos positivos; el análisis por medio de agentes inteligentes detecto actividad en ambas; sin embargo, no detecto toda la actividad.

En cuestión de procesos malwr se desarrolló de manera completa el árbol de procesos, mientras que el análisis por medio de agentes se quedó a la mitad de detecciones.

En las conexiones de red, es decir, direcciones IP y dominios malwr presento falsos positivos mientras que el análisis por medio de agentes inteligentes registro la mayor parte de estas.

El tiempo de análisis con agentes inteligentes fue considerablemente menor en comparación a malwr.

```

{"5a923137a7fcb5b0e5b80bd9ca9cfacba6dd0c5":{
  "RegNuevas": [{"llave": "4, f1, 56, 94, 65, d2, 01, 00, 00, 00, 00",
    "llave": "HRZR_PGYFRFFVBA=hex:00,00,00,49,01,00,00,18,08,00,00,29,7d,bc,05,4d,00,00"},
    {"llave": "00, a4, 01, 00, 00, e2, 0f, d7, 00, 7b, 00, 31, 00, 41, 00, 43, 00, 31, 00, 34, 00, 45, 00, 37, 00"},
    {"llave": "Zvpebfbsg.NhgbTrarengqr. {Q8Q180NR-44Q4-1854-654P-55S2566QR2N7}=hex:00,00,00"},
    {"llave": "00, 14, 00, 00, 00, 75, 01, 00, 00, b1, da, d9, 00, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "C:\\Program Files\\WinRAR=C:\\Program Files\\WinRAR"},
    {"llave": "C:\\WINDOWS\\system32=C:\\WINDOWS\\system32"},
    {"llave": "14, f1, 56, 94, 65, d2, 01, 00, 00, 00, 00"},
    {"llave": "HRZR_PGYFRFFVBA=hex:00,00,00,49,01,00,00,18,08,00,00,29,7d,bc,05,4d,00,00"},
    {"llave": "00, a4, 01, 00, 00, e2, 0f, d7, 00, 7b, 00, 31, 00, 41, 00, 43, 00, 31, 00, 34, 00, 45, 00, 37, 00"},
    {"llave": "Zvpebfbsg.NhgbTrarengqr. {Q8Q180NR-44Q4-1854-654P-55S2566QR2N7}=hex:00,00,00"},
    {"llave": "00, 14, 00, 00, 00, 75, 01, 00, 00, b1, da, d9, 00, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "C:\\Program Files\\WinRAR=C:\\Program Files\\WinRAR"},
    {"llave": "C:\\WINDOWS\\system32=C:\\WINDOWS\\system32"},
    {"RegEliminadas": [{"llave": "14, f1, 56, 94, 65, d2, 01, 00, 00, 00, 00"},
    {"llave": "HRZR_PGYFRFFVBA=hex:00,00,00,49,01,00,00,17,08,00,00,29,7d,bc,05,4d,00,00"},
    {"llave": "00, a4, 01, 00, 00, e2, 0f, d7, 00, 7b, 00, 31, 00, 41, 00, 43, 00, 31, 00, 34, 00, 45, 00, 37, 00"},
    {"llave": "Zvpebfbsg.NhgbTrarengqr. {Q8Q180NR-44Q4-1854-654P-55S2566QR2N7}=hex:00,00,00"},
    {"llave": "00, 14, 00, 00, 00, 74, 01, 00, 00, b1, da, d9, 00, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "C:\\Program Files\\WinRAR=C:\\Program Files\\WinRAR"},
    {"llave": "14, f1, 56, 94, 65, d2, 01, 00, 00, 00, 00"},
    {"llave": "HRZR_PGYFRFFVBA=hex:00,00,00,49,01,00,00,17,08,00,00,29,7d,bc,05,4d,00,00"},
    {"llave": "00, a4, 01, 00, 00, e2, 0f, d7, 00, 7b, 00, 31, 00, 41, 00, 43, 00, 31, 00, 34, 00, 45, 00, 37, 00"},
    {"llave": "Zvpebfbsg.NhgbTrarengqr. {Q8Q180NR-44Q4-1854-654P-55S2566QR2N7}=hex:00,00,00"},
    {"llave": "00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf, 00, 00, 80, bf"},
    {"llave": "C:\\Program Files\\WinRAR=C:\\Program Files\\WinRAR"},
    {"Archivos": [{"nombre": "C:\\Windows\\SysWOW64\\riched20.dll"},
    {"nombre": "C:\\Windows\\Registration\\R000000000000006.clp"},
    {"nombre": "C:\\Windows\\SysWOW64\\ven-US\\user32.dll.mui"},
    {"Procesos": [{"nombre": "Postal_Gusanito.exe"}, {"nombre": "gui.exe"}],
    {"Conexiones": [{"ip": "0.0.0.0", "puerto": "80"}],
    {"Tráfico": [{"dominio": "www.claro.com.pe"}, {"dominio": "www.claro.com.pe.edgesuite.net"}]}]}

```

Figura 19. Análisis de Postal Gusanito.

Tabla 4. Comparación Entre Analizadores

	Agentes Inteligentes	VirusTotal	Malwr
Archivos	3	1	50+
Llaves de Registro	29	-	150+
Procesos	2	-	4
Direcciones IP	1	-	10
Domínios	2	-	10
Tiempo de análisis (segundos)	95.65	-	135

## CONCLUSIONES

El tiempo de análisis por medio de agentes inteligentes fue considerablemente menor a los demás; prácticamente en tiempo real; sin embargo, se debe de trabajar en obtener mejores resultados en la parte del sistema de archivos pues según los resultados no se obtuvo la totalidad que se debió reportar, así como también trabajar en disminuir la cantidad de falsos positivos en la parte de las llaves de registro. Aunque esto aumenta el tiempo de análisis, se debe considerar el costo beneficio.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las páginas de análisis de malware en línea, repositorios de malware y al Instituto Politécnico Nacional.

## REFERENCIAS

[1] C. Krugel, "Behavioral and Structural Properties of Malicious Code," in *Malware Detection*. M. Christodorescu, et. al. Ed. Springer: United States of America, 2007, pp. 63-64.

[2] C. Barría, C. Cubillos, D. Cordero, and M. Palma, "Proposed Classification of Malware, Based on Obfuscation"

presented at 6th International Conference on Computers Communications and Control, Oradea, Romania, 2016.

[3] ESET, *Guía de Respuesta a una Infección por Malware*, ESET. 2015.

[4] M. H. Ligh, S. Adair, B. Hartstein, and M. Richard, "Dynamic Analysis," in *Malware analyst's cookbook and DVD: tools and techniques for fighting malicious code*. Ed. Wiley Publishing, Inc: Indianapolis, 2011, pp. 283-336.

[5] M. H. Ligh, S. Adair, B. Hartstein, and M. Richard, "Malware Labs," in *Malware analyst's cookbook and DVD: tools and techniques for fighting malicious code*. Ed. Wiley Publishing, Inc: Indianapolis, 2011, pp. 211-238.

[6] Cuckoo Foundation, "Cuckoo Sandbox Book," June 2017. [Online]. Available:<http://docs.cuckoosandbox.org/en/latest/#cuckoo-sandbox-book>

[7] S. Yousaf, et. al., "Malware Slums: Measurement and Analysis of Malware on Traffic Exchanges" presented at 46th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks, Toulouse, France, 2016.

[8] X. Gui, et. al. "Analysis of Malware Application Based on Massive Network Traffic," *China Communications*, vol. 13, pp. 209-221, August, 2016.

[9] G. Laurenza, D. Ucci, L. Aniello and R. Baldoni, "An Architecture for Semi-Automatic Collaborative Malware Analysis for CIs" presented at 46th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks Workshops, Toulouse, France, 2016.

[10] R. Canzanese, M. Kam and S. Mancoridis, "Toward an Automatic, Online Behavioral Malware Classification System" presented at 7th IEEE International Conference on Self-Adaptative and Self-Organizing System (SASO), Philadelphia, USA, 2013.

[11] M. Bailey, et. al., "Automated Classification and Analysis of Internet Malware," in *RAID 2007*. C. Kruegel, R. Lippmann and A. Clark. Ed. Springer: Heidelberg, Berlin, 2007, pp. 178-197.

[12] C. Kolbitsch, et. al., "Effective and Efficient Malware Detection at the End Host" in *Presented as part of the 18th USENIX Security Symposium*. Ed. USENIX: Montreal, Canada, 2009, pp. 351-366.

[13] R. Pirscoveanu, M. Stevanovic and J. M. Pedersen, "Clustering Analysis of Malware Behavior using Self Organizing Map" presented at International Conference on Cyber Situational Awareness, Data Analytics and Assessment (CyberSA), London, UK, 2016.

[14] G. Cabău, M. Buhu and C. Oprea, "Malware classification using filesystem footprints" presented at IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR), Cluj-Napoca, Romania, 2016.

[15] S. Tobiyama, et. al., "Malware Detection with Deep Neural Network Using Process Behavior" presented at IEEE 40th

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Atlanta, USA, 2016.

- [16] Microsoft, "Información del Registro de Windows para usuarios avanzados," June 2017. [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/help/256986/windows-registryinformation-for-advanced-users>
- [17] P. Hípola and B. Vargas, "Agentes inteligentes: definición y tipología. Los agentes de información," in *El Profesional de la Información*. Vol. 8. Ed. EPI SCP: Granada, España, 1999, pp. 13-21.
- [18] A. Martínez, H. Estrada and L. A. Gama, "Una Guía Rápida de la Metodología Tropos," in *Gerencia Tecnológica Informatica*. Vol. 7. Ed. CIDLIS: Bucaramanga, Colombia, 2008, pp. 69-78.
- [19] Instituto Nacional de Ciberseguridad de España, "Malware.Cuál es su objetivo y cómo nos infecta," June 2017. [Online]. Available: <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2016/10/11/malware-cual-es-su-objetivo-y-como-nos-infecta>.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Aplicación Android para la localización de personas en caso de ataque epiléptico.

Miguel Ángel Ruiz Jaimes  
Universidad Politécnica del  
Estado de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac #566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec,  
Morelos. CP. 62550  
(777) 323-0449  
mruiz@upemor.edu.mx

Hernández Trujillo Juan Carlos  
Universidad Politécnica del  
Estado de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac #566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec,  
Morelos. CP. 62550  
(777) 323-0449  
htjo160642@upemor.edu.mx

Miguel Ruiz Juan Antonio  
Universidad Politécnica del  
Estado de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac  
#566, Col. Lomas del Texcal,  
Jiutepec, Morelos. CP. 62550  
(777) 136-4609  
mrjo160672@upemor.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El objetivo del presente artículo es mostrar un nuevo sistema informático, el cual implementa las diferentes tecnologías existentes para el desarrollo de aplicaciones Android, para ayudar a los usuarios que presenten ataques epilépticos, dando la posibilidad de localizar a los contactos de emergencia en caso de sufrir un ataque epiléptico. Ya que en ciertas ocasiones las personas que padecen de este síndrome no se encuentran acompañados con un familiar, amigo o conocido que los auxilie o que conozca la información médica de esta persona.

El presente sistema les permitirá mandar una alarma de una forma rápida en el momento que la persona con epilepsia sienta los efectos previos a un ataque epiléptico y logre mandar su ubicación en tiempo real y datos médicos a sus contactos los cuales estén registrados en la aplicación, como también permitir a los usuarios poder programar recordatorios médicos sobre los medicamentos que tomen, así mismo poder registrar la información de los ataques sufridos para posteriormente se muestren gráficas las cuales contendrán la frecuencia con la que

se han presentado los ataques, las posibles causas del ataque, fecha y hora.

La tecnología ha tenido un gran avance en los últimos años y esto ha mejorado la calidad de vida de muchas personas que padecen ciertas enfermedades, sin embargo, actualmente en la tienda de aplicaciones oficial para Android no cuenta con una aplicación para móviles que abarque con las características propuestas en este proyecto de investigación. Por eso se busca implementar esta herramienta que sirva de auxiliar para personas que sufren de epilepsia y para las personas que lo rodean.

### ABSTRACT

The objective of the present article is show a new informatics system, which one implements different existent technologies for the development of android applications, to help to the users that have epileptic attacks, giving the possibility of contact with emergency contacts in case of emergency. As in certain the people who suffers this syndrome are not accompanied of a familiarly, friend or acquaintances that help to them or that know the medical information of this person.

The present system will allow send an alarm in a quick way in the moment that the person with epilepsy feel the previous effects of an epileptic attack and they could send their location in real time and medical data to their contacts which are registered in the application, also allow to the users set medical reminders of medicaments they take, and register the information about the attacks suffered and then show graphics with the frequency that they had the attack, the possible reason of the attack, date and hour.

The technology had advanced in the last years and this has improved the quality of life of people with certain diseases, nevertheless currently in the official play store of Android there

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

is not a mobile application that include the characteristic proposals in this investigation project. That is why it seeks to implement this tool that serves as auxiliary for people with epilepsy and the people who surround.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Information system: Android mobile application, Database, Health.

Sistema de información: Aplicación móvil Android, Base de datos, Salud.

## Términos Generales

Programación, algoritmos adaptativos, Inteligencia artificial

## Palabras clave

Aplicación, Android, Epilepsia

## Keywords

Application, Android, Epilepsy

## INTRODUCCIÓN

La epilepsia es un trastorno cerebral donde las neuronas tienden a tener una actividad eléctrica anormal la cual puede llegar a provocar diversos efectos como lo pueden ser convulsiones, espasmos o pérdida del conocimiento. Cada año se registran miles de casos nuevos de epilepsia y según datos de la organización mundial de la salud (OMS) la epilepsia es el trastorno neuronal más frecuente en todo el mundo [1].

Se tiene un aproximado que mundialmente 50 millones de personas sufren de epilepsia de los cuales 900 mil son de México [2].

La epilepsia dentro de México tiene un gran impacto ya que los problemas de salud mental ocupan como la epilepsia ocupan el segundo lugar en consultas en el instituto mexicano de seguro social (IMSS), solo por debajo de problemas de sobre peso e hipertensión [3]

De ahí radica la importancia de que las personas quienes padecen de epilepsia cuenten con una herramienta la cual les permita que mediante una aplicación android puedan mandar una alerta a sus contactos de emergencia quienes en caso de una sufrir de un ataque epiléptico podrán conocer la ubicación donde ocurrió el percance así como los datos médicos de edad, alergias, sexo, si sufre de otra enfermedad, tipo de sangre y el hospital al cual mandarlo, esto con la finalidad de que el contacto de emergencia pueda agilizar el proceso de conseguir atención médica para su contacto con epilepsia. La localización se hará mediante la API de google maps de Android la cual mediante el gps del celular nos permite saber la localización en tiempo real.

La aplicación contará con más opciones como lo son el agregar recordatorios médicos, en este apartado si el usuario cuanta con un tratamiento donde deba ingerir medicamento podrá agregar el

recordatorio con el nombre del medicamento, la frecuencia y cantidad con la que debe consumirlo.

Otra función es la de la bitácora en ella se le solicitará que después de haber sufrido un ataque llene los datos de qué tipo de ataque de ataque epiléptico sufrió, cuál podría ser la posible cause del ataque, el horario y fecha en el que ocurrió el percance. Esta información podrá ser recuperada en forma de reporte donde se muestra la información recopilada en la bitácora de forma de gráficas para facilitar el control de información y que el usuario conozca si existen patrones en sus ataques.

## OBJETIVOS

General

Diseñar una aplicación para la plataforma Android que ayude a los usuarios la localización de personas que han sufrido un ataque epiléptico.

Específicos

- Realizar investigación acerca de la epilepsia.
- Diseñar diferentes diagramas.
- Designar las tareas del proyecto.
- Implementar una base de datos remota.
- Configurar servidor.
- Programar una aplicación en Android studio que logre enviar ubicaciones en tiempo real.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Metodología SCRUM

Dado las condiciones en las que se implementa este proyecto la metodología que se implementa para este proyecto es la SCRUM.

Esta metodología se caracteriza por equipos multitarea y el uso de iteraciones nos permite tener un control de riesgo adecuado [4].

La metodología SCRUM forma parte de las metodologías iterativas por lo tanto se realiza ciertas actividades varias veces para garantizar el resultado esperado, está creada por diferentes fases, la primera es saber planificar el proyecto, reconocer la problemática, establecer las prioridades y buscar la manera más óptima para llegar a la solución.

La siguiente etapa consta del hacer, implementar la solución o cambio pertinente y a la vez hacer una recopilación de los resultados obtenidos. La última fase es la verificación donde se analiza cuáles fueron los resultados obtenidos, ver el progreso y realizar otra iteración de ser necesario. El proceso de la metodología se puede observar a continuación (Figura 1).

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

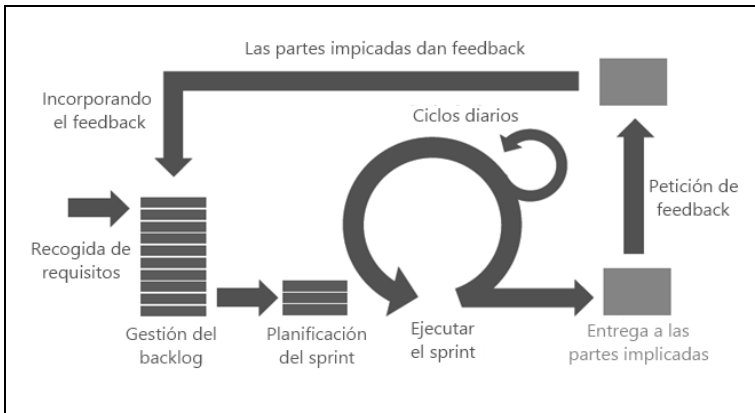


Figura 1. Procesos de la metodología SCRUM. (Schwaler, 2013).

A continuación, se describen las herramientas que se utilizan en este proyecto:

- Android studio: es un entorno de desarrollo creado por Google para poder crear aplicaciones android para diferentes dispositivos [5]
- Xamp: Consiste en una distribución de apache gratuita, el cual contiene MariaDB, PHP y Perl [6].
- Firebase: Es una plataforma desarrollada por GOOGLE la cual implementa diferentes Kit de desarrollo de software [7].
- Star UML: Es un software para crear diferentes tipos de modelados de software [8].

a) **Requerimientos del proyecto.** Esta etapa es de gran importancia dado que se establecen cuáles son los requerimientos para esto se hicieron varias investigaciones en donde los resultados muestran los módulos de mayor importancia dentro de la aplicación, así como aspectos de alta relevancia sobre el trastorno de epilepsia. [9].

b) **Tareas de la iteración.** En esta etapa se realiza una lista de las tareas con la ayuda los conocimientos adquiridos sobre la problemática en el punto anterior, las actividades contempladas para la realización de este proyecto son las siguientes:

- **Modelado del proyecto.** El modelado del proyecto conlleva un análisis gráfico para contemplar las diferentes partes que engloba un sistema.
- **Diseño de la base de datos.** Mediante un modelo entidad relación (E-R) se diseña la base de datos y la información que esta necesita almacenar. Como resultado de esta etapa se obtuvo el siguiente modelo (Figura 2).

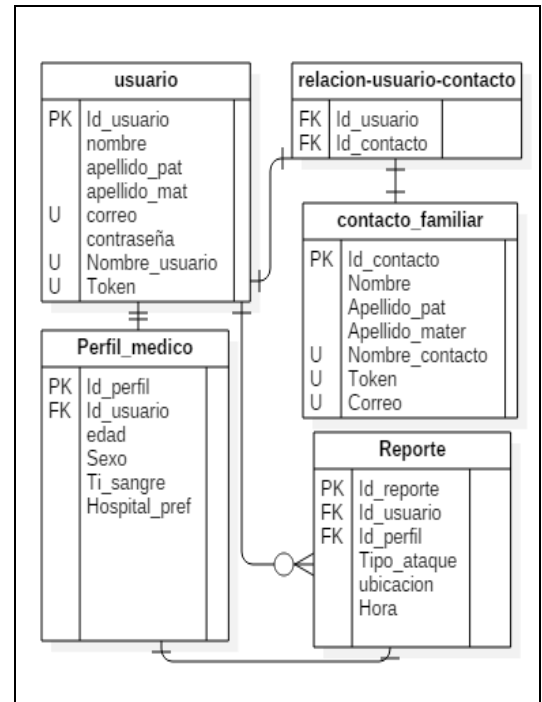


Figura 2. Modelo entidad relación.

- **Diseño de interfaz gráfica.** En esta sección se hace un análisis buscando la manera más apropiada de desarrollar la interfaz gráfica buscando que sea funcional y agradable para los usuarios.
- **Implementación de las interfaces gráficas.** Se desarrolla los bocetos de interfaz en un entorno, en este caso se implementa en el entorno de Android Studio.
- **Programación entre interfaces.** En esta etapa se crea la parte lógica de Android Studio para saber el comportamiento de la aplicación.
- **Conexión a base de datos.** Se realiza la conexión mediante la base de datos remota y la aplicación para permitir la creación de perfiles.
- **Conexión entre usuarios.** En esta etapa con los perfiles creado se conectan los usuarios con epilepsia con sus contactos de emergencia.
- **Envíos de alarmas.** Con la conexión entre ambos tipos de usuarios nos permite tener un dispositivo del cual se envía la ubicación y contactos de emergencia quienes serán los encargados de recibir la alarma con la ubicación e información médica.
- **Implementación de bitácoras.** Se genera la bitácora en la parte de los usuarios con epilepsia.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

**Reportes.** Se trabaja con la información recaudada de las bitácoras presentándola de una forma gráfica

- para que sea más sencilla de analizar y agradable para el usuario.
- **Recordatorio médico.** En esta actividad se crea recordatorios para los medicamentos.

## c) Sprint

Esta etapa de la metodología SCRUM consiste en realizar las actividades previamente planeadas, estos sprints son consecutivos y de forma constante, primero se realiza una reunión de equipo en la que se acuerdan los esfuerzos necesarios para cumplir el objetivo del sprint [10].

Después de realizar el sprint se realiza una evaluación de los resultados obtenidos, finalmente se inspecciona y se buscan probables mejoras que se puedan realizar. El presente proyecto se encuentra en fase de ejecución por lo cual aún se encuentra en el quinto sprint de conexión entre usuarios.

## d) Entrega de proyecto

Es la etapa final de esta metodología donde como resultado del trabajo de las etapas previas se llega al resultado esperado. Cada sprint debe ser ejecutado con las iteraciones necesarias para asegurar que el resultado final sea fiable.

## RESULTADOS

Como se menciona anteriormente este proyecto se encuentra en la etapa de implementación por lo cual se han cumplido con éxito los primeros cinco sprints.

El primer sprint fue el diseño de la interfaz gráfica donde se consiguió un diseño de las pantallas de la aplicación y los colores a implementar.

La implementación de las interfaces se realizó en el entorno de android studio siguiendo los resultados obtenidos en el sprint previo. (Figura 3)

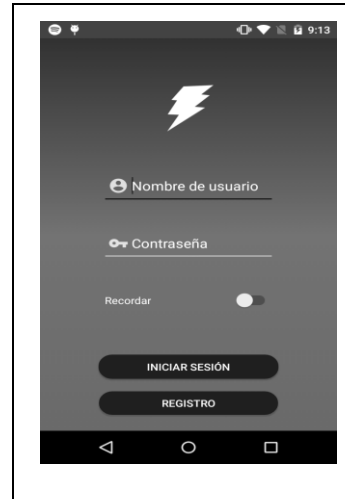


Figura 3. Implementación de interfaz gráfica.

En el siguiente sprint se consiguió implementar la base de datos y hacer la conexión con las interfaces, esto permite crear los perfiles tanto de las personas que sufren de epilepsia como de los contactos de emergencia.

En esta etapa se almacena la información de los contactos y se genera un token el cual es diferente en cada usuario, el token nos permite mediante firebase mandar las notificaciones en tiempo real. En la siguiente figura se muestra el clouding message para enviar notificaciones. (Figura 4).

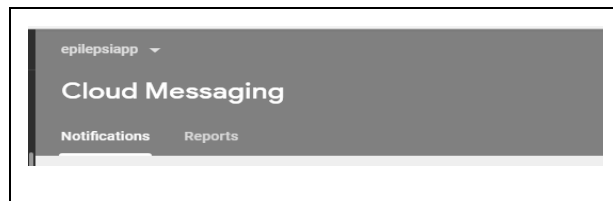


Figura 4. Sistema de notificaciones.

Una vez creado el sistema de notificaciones y el almacenamiento de usuarios se enlazan ambos tipos de usuarios para que de esta manera al momento de que el usuario con epilepsia mande la notificación al contacto de emergencia este puede también observar la información del perfil médico, a continuación, se puede observar un ejemplo del llenado de perfil médico

(Figura 5).



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

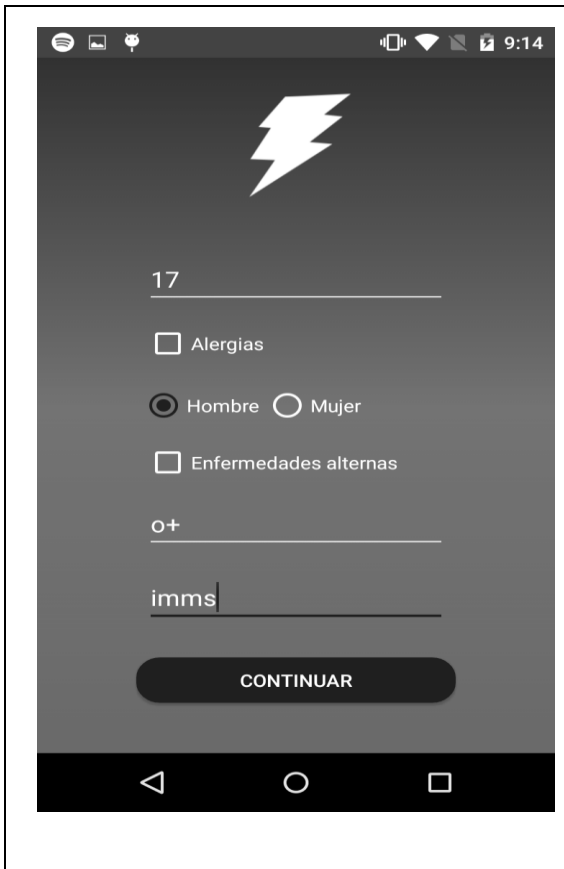


Figura 5. Perfil médico.

## REFERENCIAS

- [1] Asencio, A. (2010). Revista rol de enfermería, revisión, 33 (10). Recuperado de: <https://medes.com/publication/62578>
- [2] Figueroa, A. Campbell, O. (2004). Aspectos psicosociales de la epilepsia. Scielo: Archivos de neurociencias, 9 (3), p.135-142. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-47052004000900004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-47052004000900004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- [3] IMSS (2013). Motivos de consulta médica en el IMSS 1991-2002.
- [4] Schwaber, K. Sutherland, J. (2013) La guía de SCRUM: La guía definitiva de SCRUM. (2da ed). Estados Unidos.
- [5] Google Developer. (2018) Android Studio Recuperado de: <https://developer.android.com/studio/>
- [6] Apache Friends (2018). XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl Recuperado de: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>
- [7] Google Developer. (2018) Firebase helps mobile app teams succeed Recuperado de: <https://firebase.google.com/>
- [8] MKLab Co., Ltd.(2018) Recuperado de <http://staruml.io/>
- [9] Kniberg, H. (2014) SCRUM y XP desde la trincheras.
- [10] Palacio, J. Ruata, C. (2015). SCRUM manager I (2da ver).

## CONCLUSIONES

Se concluye que el poder comunicar de una manera rápida y concisa con ciertos familiares, amigos o conocidos es algo que resulta muy útil sobre todo para este sector de la sociedad que padece de epilepsia.

El desarrollo de la aplicación brinda una herramienta para que las personas epilépticas puedan llevar un control de sus ataques y medicamentos de una forma sencilla.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Arquitectura para un generador de Aplicaciones Enriquecidas de Internet a partir de modelos IFML

I.S.C. Selene Estévez Gámez, M.C.E. Beatriz Alejandra Olivares Zepahua, M.R.T. Ignacio López Martínez, M.C. Celia Romero Torres, M.S.C. Luis Ángel Reyes Hernández

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Orizaba

Avenida Oriente 9 No. 852 Col. Emiliano Zapata, C.P. 94320

Tel. (272) 72 57056 Fax. 72 57056

Orizaba, Veracruz, México

{sestevezg, bolivares, ilopez, cromero}@ito-depi.edu.mx, l.a.reyes.h@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este artículo se presenta el desarrollo de una arquitectura para un generador de Aplicaciones Enriquecidas de Internet con la capacidad de obtener los esqueletos de la aplicación enriquecida y que considere más de un lenguaje de salida, relación entre modelos y manejo de temas, entre otros.

La arquitectura desarrollada considera la teoría de compiladores, sin embargo, no se trata de un traductor tradicional que siga el proceso de traducción en su totalidad; el enfoque aplicado corresponde a una aplicación de lenguaje ya que hace uso de solo algunas partes del proceso de traducción sin tratarse de un compilador de un lenguaje de alto nivel.

### ABSTRACT

This paper presents the development of architecture for a generator of Rich Internet Applications with the ability to obtain the skeletons of the enriched application, and that considers more of an exit language, the relationship between models and theme management, among others.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

The developed architecture considers the theory of compilers, though, it is not a traditional translator that follows the translation process in its entirety; the applied approach corresponds to a language application since it makes use of only some parts of the process of translation without being a compiler of a high-level language.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Software and its engineering:** Compilers, Source code generation, Model-driven software engineering.

Software y su ingeniería: compiladores, generación de código fuente, ingeniería de software impulsada por modelos

### Términos Generales

Generación de código, Ingeniería de software dirigida por modelos, Lenguaje de Modelado de Flujo de Interacción.

### Palabras clave

Ingeniería de software, Generación de código, Lenguaje de Modelado de Flujo de Interacción, Aplicaciones Enriquecidas de Internet, Arquitectura.

### Keywords

Software engineering, Code generation, Interaction Flow Modeling Language, Rich Internet Applications, Architecture.

### INTRODUCCIÓN

Las capacidades de cómputo en el cliente son muy variadas y van en constante aumento gracias a los avances tecnológicos y a la masificación del uso de dispositivos como computadoras de escritorio, laptops o dispositivos móviles como *tablets* o teléfonos inteligentes, lo que origina que los usuarios sean cada

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

vez más exigentes en lo que se refiere a sus expectativas sobre atractivo y respuesta de las aplicaciones. De lo anterior deriva la existencia de las RIAs (*Rich Internet Applications*, Aplicaciones Enriquecidas de Internet), que combinan lo mejor de las aplicaciones Web tradicionales con lo mejor de las aplicaciones autónomas como el software de ofimática instalado en computadoras de escritorio.

Como consecuencia de las características en funcionalidad, rendimiento, velocidad, atractivo y capacidad que se exige a las RIAs, aunado a las complejidades inherentes de las aplicaciones distribuidas, este tipo de aplicaciones está obligado a considerar gran cantidad de detalles sobre elementos que se ejecutan en ambientes distintos tanto en tecnología como en capacidad, haciendo indispensable el uso de técnicas de Ingeniería de Software para asegurar que las aplicaciones cumplen con las expectativas del usuario.

Como respuesta a esta problemática se ha generado interés en el a la obtención de salidas productivas a partir de modelos navegacionales expresados con IFML, esto se observa en [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7] y [8]. Lo cual expone un interés en la creación

de herramientas para la generación de interfaces de usuario para RIAs a partir de modelos IFML y/o con la combinación de IFML con otras tecnologías.

Es necesario señalar que dentro de los trabajos analizados se identificó que las soluciones propuestas están limitadas dado que no suministran alternativas de personalización de temas o flexibilidad para la selección del lenguaje de salida a bajo costo, lo que en muchos casos obliga al desarrollador a editar gran parte del código generado.

## OBJETIVOS

El presente artículo muestra la arquitectura desarrollada para un generador de Aplicaciones Enriquecidas de Internet, el cual, a partir de diagramas de flujo de interacción IFML y de diagramas de clases UML entrega una RIA en PHP con jQuery o JSF con PrimeFaces que sigue las directrices de los modelos junto con las pautas de distribución y de estilo indicadas por el usuario.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Como ya se mencionó, las RIAs son aplicaciones complejas y cuyo desarrollo demanda un alto costo de tiempo para su diseño e implementación, por lo cual la realización de un generador de RIAs que considere más de un lenguaje de salida e implemente las especificaciones de modelos UML e IFML y que, además, tome en cuenta el uso de plantillas y/o temas, es una herramienta necesaria en un ambiente de constantes cambios, en el cual no siempre se cuenta con expertos en una tecnología específica y que demanda resultados en periodos de tiempo cortos.

El generador desarrollado toma como elementos de entrada modelos IFML (XML correspondientes a la herramienta de modelado IFML WebRatio Web Platform [9]) y UML (XMI proveniente de la herramienta Visual Paradigm [10], y sólo diagrama de clases) que representan el *front-end* y *back-end* de las aplicaciones a generar, la elección de una de las combinaciones de lenguajes disponibles como salida (limitado a JSF con PrimeFaces o PHP con jQuery) y especificaciones relacionadas con la vista como lo son la selección de un tema y la distribución de los elementos que conformarán la aplicación de salida.

La arquitectura de las aplicaciones generadas está basada en el patrón arquitectónico MVC, esto sustentado en que: a) MVC permite al desarrollador identificar fácilmente los componentes de cada capa y su comunicación con los demás componentes existentes en la aplicación, b) debido a la separación en capas se obtiene un código más claro, flexible y reusable, y, c) el alto nivel de abstracción permite el desarrollo exitoso de aplicaciones Web complejas [11].

Siguiendo lo establecido por MVC, para el caso de las aplicaciones generadas con la combinación de lenguajes de PHP y jQuery las RIAs operan de la siguiente forma: 1) El cliente realiza una petición al controlador, 2) El controlador realiza una solicitud al modelo, 3) El modelo trabaja con la información del repositorio (en este momento simulado mediante JSON) y avisa al controlador, 4) La vista recibe la información del controlador y, por último, 5) La vista expone el resultado al cliente (véase figura 1).

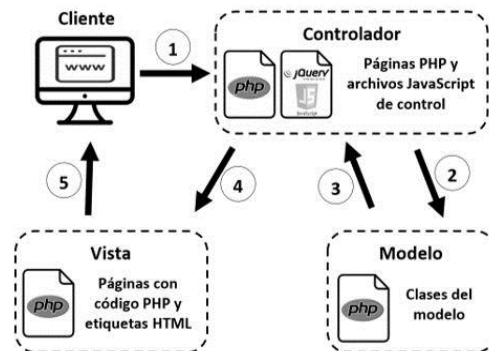


Figura 1. Arquitectura basada en MVC de las aplicaciones generadas en PHP con jQuery.

En la arquitectura establecida para las aplicaciones generadas con la combinación de lenguajes de JSF con PrimeFaces, bajo la pauta de Modelo 2 [12] se tiene que: 1) El cliente realiza una petición al servidor que pasa al controlador de JSF que se auxilia de los *Beans* administrados, 2) El controlador interpreta la solicitud y realiza las llamadas al modelo, 3) El controlador hace que el resultado de la operación se encuentre disponible para la vista, 4) La vista hacer uso de los *JavaBeans* para el despliegue de información y, por último, 5) Envía una respuesta al cliente (véase figura 2).

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

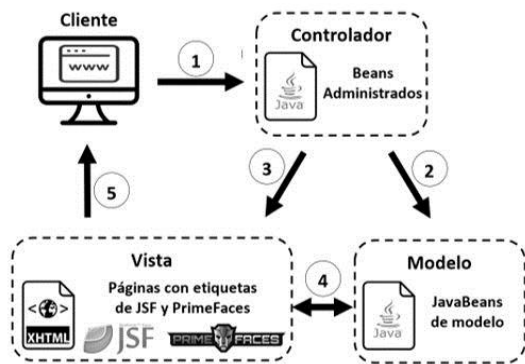


Figura 2. Arquitectura basada en MVC de las aplicaciones generadas en JSF con PrimeFaces.

En el desarrollo de la arquitectura se consideró la teoría de compiladores, sin embargo, no es un traductor tradicional que siga el proceso de traducción completo como lo establecido en [13], el enfoque aplicado corresponde a lo que en [14] se define como una aplicación de lenguaje, ya que sólo se hace uso de algunas partes del proceso de traducción sin tratarse de un compilador de un lenguaje de alto nivel; para su construcción se empleó la herramienta ANTLR4.

La arquitectura del generador se encuentra dividida en dos fases, cada una con varios elementos; la primera fase concierne a la lectura, procesamiento y validación de los archivos de entrada, la generación de los ASTs (*Abstract Syntax Tree*, Árbol de Sintaxis Abstracto) y de la segunda fase de la arquitectura atañe a la generación de la representación intermedia en función de los árboles de sintaxis abstractos obtenidos por el proceso de análisis, y a la generación del código final esperado (véase figura 4). las tablas de símbolos (véase figura 3).

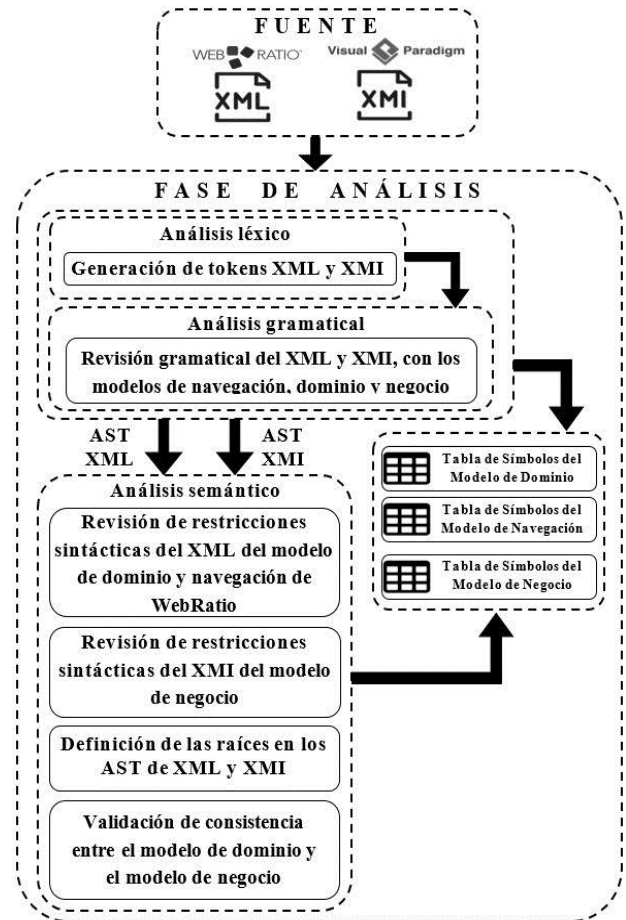


Figura 3. Arquitectura del generador de Aplicaciones Enriquecidas de Internet, fase de análisis.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 4. Arquitectura del generador de Aplicaciones Enriquecidas de Internet, fase del procesamiento del destino.

## Descripción de la arquitectura

Cada una de los elementos de la arquitectura tiene su función explicada a continuación.

### Análisis léxico

La primera fase de un traductor corresponde al análisis léxico. El analizador léxico lee la secuencia de caracteres que compone el programa fuente y agrupa a los caracteres en secuencias significativas llamadas lexemas o *tokens* [13].

En esta etapa se reconocen los elementos que corresponden a las palabras o símbolos válidos dentro de los archivos XML y XMI, y que además sean relevantes para la generación de código final esperada. Para lograr este objetivo se codificó una serie de reglas léxicas para la lectura de cada uno de los archivos.

### Análisis gramatical

La segunda fase del proceso de traducción corresponde al análisis de sintaxis o gramatical, en donde el analizador utiliza los lexemas producidos por el analizador léxico para crear una representación similar a un árbol que simboliza la estructura gramatical de la secuencia de lexemas [13].

En esta fase es necesario establecer el conjunto de reglas que describen la sintaxis del contenido esperado para cada uno de los archivos fuente. Una vez definidas las gramáticas para el contenido esperado en los archivos XML y XMI, a través del uso de la herramienta ANLTR4, se generaron los archivos

necesarios para el reconocimiento de las sentencias del lenguaje descrito por cada una de las gramáticas.

Para la extracción de la información contenida en las etiquetas que integran cada uno de los archivos fuente se empleó la estrategia de realizar dos recorridos sobre sus correspondientes ASTs. En el primer paso por los árboles se visitan los métodos de salida de cada regla, esto porque se trata del punto en que ya se tienen disponibles todos los datos sobre el reconocimiento de una etiqueta por una regla, se realiza una recuperación de datos hallados en el contexto disponible y se realizan anotaciones a los nodos visitados, mientras que en el segundo paso por los árboles se extrae la información sobre el alcance de la etiquetas (se reconoce la etiqueta que anida a la etiqueta analizada) a partir de las anotaciones añadidas a los nodos en el primer recorrido.

Se requirió la estructura de una tabla de símbolos para almacenar los datos relevantes de cada etiqueta contenida en los archivos XML y XMI. Esta estructura toma en consideración que el traductor debe ser capaz de encontrar rápidamente el registro de cada etiqueta y sus características asociadas.

### Análisis semántico

En el marco de un compilador de un lenguaje de alto nivel, el analizador semántico utiliza el árbol de sintaxis y la información en la tabla de símbolos para llevar a cabo la verificación de la coherencia semántica del programa de origen con la definición del lenguaje, además de recopilar información de tipos para su uso posterior durante la generación de código intermedio [13].

En particular para las gramáticas especificadas en el proyecto del generador de código, se requiere una serie de comprobaciones semánticas, entre las más sobresalientes se encuentran:

- **Comprobación de la consistencia del XML y XMI:** necesaria para verificar que el contenido de los archivos fuente efectivamente correspondiera a un XML bien formado, es decir, que se trata de documentos que siguen las recomendaciones XML especificadas por el W3C, y su implementación se realizó con Java SAX.
- **Revisión de la definición de identificadores y su uso:** se refiere a la comprobación de que los identificadores a los que puede hacer referencia una etiqueta, efectivamente se encuentren definidos dentro del documento.
- **Verificación de contexto y alcance:** validación de que dentro de un mismo contexto los identificadores y nombres de elementos definidos sean únicos.
- **Comprobación del flujo de navegación del modelo navegacional:** se verifica que los elementos que representan un flujo de navegación hagan referencia a un identificador definido en la tabla de símbolos.
- **Evaluación de la consistencia entre el modelo de dominio y el modelo de negocio:** se verifica que las entidades representadas en el modelo de dominio cuenten con su contraparte en el diagrama de clases que representa



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

el modelo de negocio, y que, en el segundo, por lo menos aparezcan los mismos atributos que en su equivalente en el modelo de dominio.

## Generación de la representación intermedia

En el proceso de traducir un programa fuente a código objetivo, un compilador construye una o más representaciones intermedias, que presentan una variedad de formas, un ejemplo de este concepto son los árboles de sintaxis, los cuales son una forma de representación intermedia y que son utilizados durante los análisis sintáctico y semántico [13].

Se define una representación neutra de los elementos visuales relevantes que comparten características en común y que tienen una representación visual similar. Esto para contar con una abstracción de los elementos a generar, independiente del lenguaje del código fuente a obtener, dotada de características programables y libre de propiedades meramente de diagramación. Se creó una clase abstracta que define un nodo del cual todos los elementos de la representación intermedia heredan, y con los cuales se integra el AST de la representación intermedia, lo cual permite que a la aplicación se agreguen módulos para generar otras combinaciones de lenguajes destino (por el momento sólo se cuentan como código final las combinaciones de JSF con PrimeFaces y PHP con jQuery).

## Generación de código final

Entre los lenguajes de programación más utilizados en aplicaciones Web y/o enriquecidas se encuentran, del lado del servidor, PHP[15] y JSF[16], mientras que del lado del cliente se considera a jQuery[17] como el estándar de facto y a PrimeFaces[18] como el mejor marco de trabajo para utilizar con JSF; por otro lado, tanto jQuery como PrimeFaces utilizan el concepto de temas para el manejo de estilos y colores, además de ser susceptibles a implementar diversas distribuciones de información (*layouts*) interpretables como plantillas.

Ésta última parte del procesamiento del destino se realiza a partir del AST de la representación intermedia, el cual contiene la jerarquía de los nodos que conforman el modelo de dominio y el modelo de flujo de navegación, dicho AST se pasa como parámetro al generador específico de una combinación de lenguajes, de acuerdo a la selección inicial del usuario, para llevar a cabo la generación del código final.

## RESULTADOS

Como resultado de la arquitectura se obtuvo el generador de RIAs, el cual opera como se describe a continuación:

- Haciendo uso de una herramienta para el reconocimiento de lenguajes y gramáticas predefinidas se realiza la generación del código fuente compilable correspondiente a una aplicación enriquecida con la selección de lenguajes realizada por el usuario y que además cumple con las

especificaciones representadas en los modelos recibidos como entrada y con las directrices indicadas para la vista.

- Los archivos de la aplicación generada se agrupan de acuerdo al patrón arquitectónico MVC en vista, modelo y controlador, y su extensión depende del lenguaje señalado por el usuario, cabe mencionar que son esqueletos que cumplen por completo con la navegación indicada en el diagrama navegacional en IFML y con el modelo indicado en UML, pero que no cuentan con código SQL que les proporcione acceso a un repositorio de información.

## Caso de estudio

Para este caso de estudio se parte de un modelo navegacional expresado con IFML (véase figura 5) y de su correspondiente modelo de dominio (véase figura 6), en los cuales plasma una aplicación conformada por dos páginas que contienen un mensaje, Page5 y Page6, y por una página, PageA, la cual presenta un contenedor de la vista mutuamente excluyente, del cual se espera que solo muestre a la vez una de las páginas modeladas en su interior (A, B o C). Respecto a los elementos modelados dentro de PageA, en los tres se muestra un mensaje, en A y C se espera un elemento que muestre la información contenida en clase del modelo `Producto3` y que permita desplegar la información de una sola de sus instancias a la vez, mientras que, en B, se debe permitir la selección de múltiples instancias de `Producto3` y mostrar información detallada de cada una de ellas.

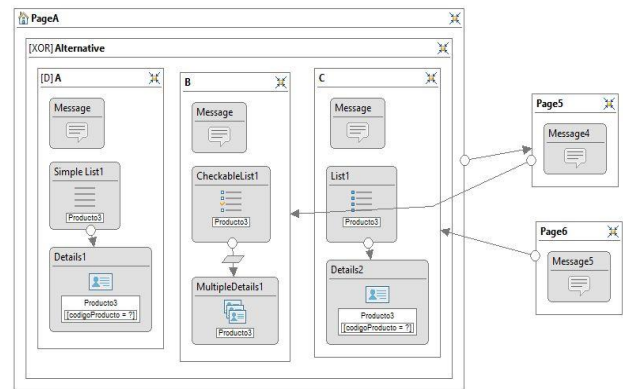


Figura 5. Modelo IFML de ejemplo.

En la interfaz de la aplicación (véase figura 7) se recolectan todos los elementos necesarios para la generación de código: la tecnología requerida para la aplicación, los archivos XML y XMI, los archivos correspondientes al estilo visual, la distribución del contenido de la aplicación, y la ruta para colocar la aplicación generada.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

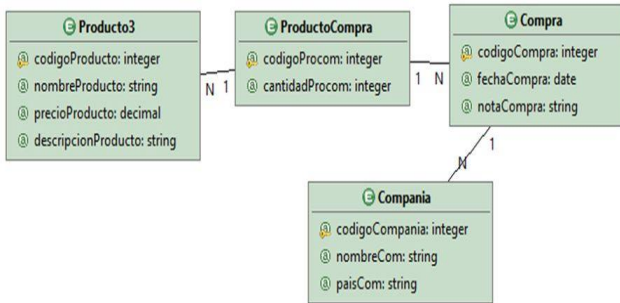


Figura 6. Modelo de dominio de ejemplo.

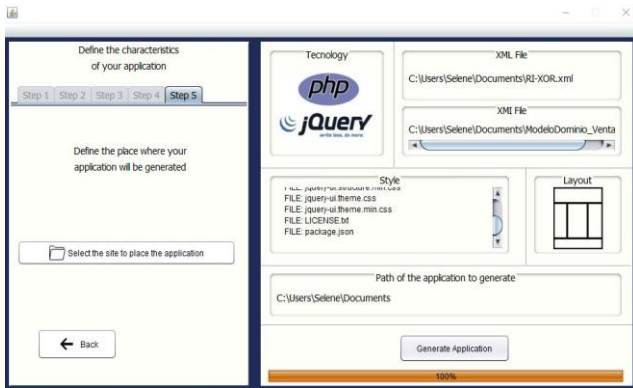


Figura 7. Interfaz de la aplicación.

Al finalizar el proceso de generación de la aplicación, en la ruta especificada por el usuario, se localizan los archivos de la aplicación generada. Aquí una breve descripción de cada uno de los archivos generados para este caso de estudio:

- El archivo `index.php` que redirecciona a la página marcada como inicial.
- Los archivos PHP `header` y `footer` de la distribución seleccionada.
- El archivo `menu.php` con el menú de navegación de la aplicación.
- Los archivos PHP correspondientes a las páginas definidas en el modelo navegacional (`PageA`, `Page5` y `Page6`)
- El directorio `css` con los elementos CSS del estilo y la distribución seleccionada.
- El directorio `ctrlPHP` con los archivos PHP de las páginas que de acuerdo al modelo web lo requieren y los archivos de control de cada entidad del modelo de dominio.
- El directorio `js` con los archivos JavaScript de las páginas que lo requieren según el modelo web recibido en la entrada.
- El directorio `jsLib` que contiene la biblioteca jQuery junto con otras librerías para el funcionamiento de la aplicación.

- El directorio vacío `media` para archivos multimedia, el cual se encuentra vacío para que el desarrollador coloque los archivos multimedia necesarios.
- El directorio `model` contiene las clases PHP que representan cada entidad del modelo de dominio, y un archivo JSON por cada entidad con datos de prueba para que el usuario pueda visualizar los elementos de la aplicación generada.
- El directorio `userBehavior` que contiene los archivos `Element.php` y `Element_JSON`, junto con un archivo JavaScript y JSON por cada página generada que almacenan la interacción del usuario con la aplicación.

En conjunto, todos los archivos y directorios descritos conforman la Aplicación Enriquecida de Internet obtenida por el usuario con el uso del generador (véase figura 8, 9 y 10).

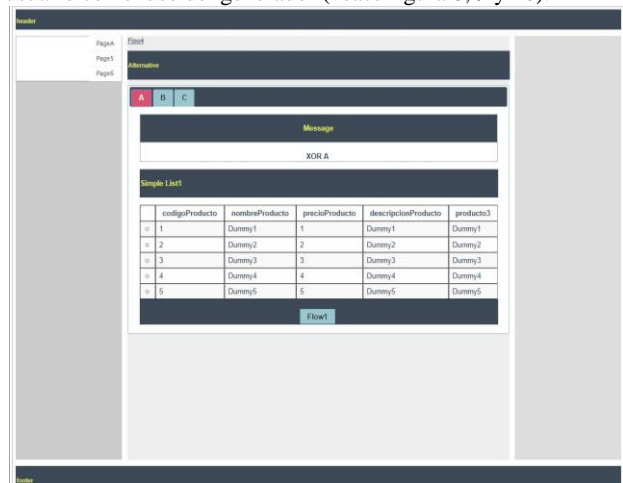


Figura 8. Aplicación generada, página PageA en la pestaña A.

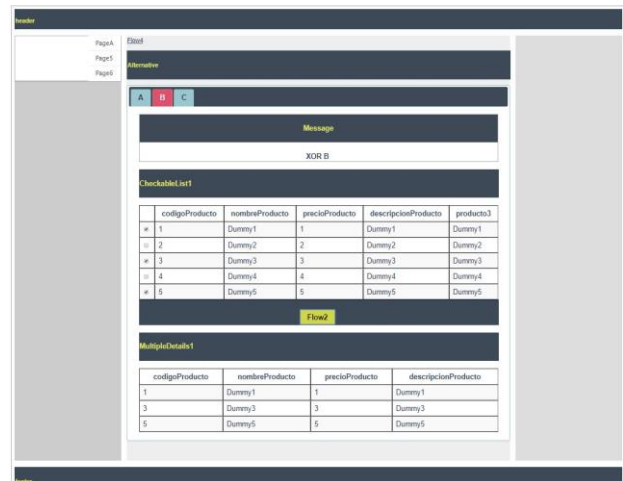


Figura 9. Aplicación generada, página PageA en la pestaña B.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

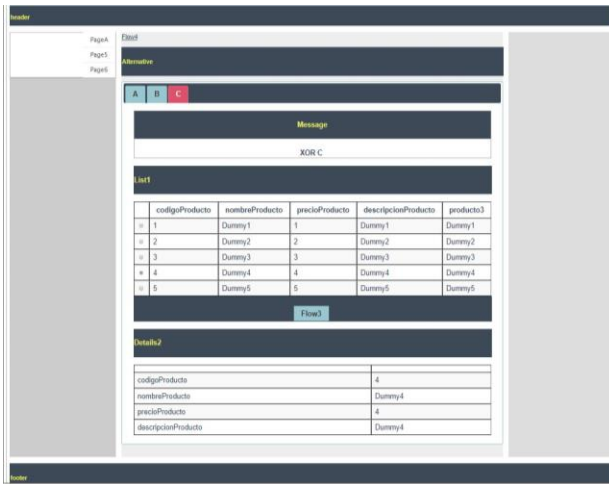


Figura 10. Aplicación generada, página PageA en la pestaña C.

## CONCLUSIONES

En este artículo se expuso el fuerte interés en la creación de herramientas con la capacidad de obtener salidas útiles de código final a partir de su representación en modelos navegacionales y de dominio bajo el estándar IFML.

Un aspecto relevante al momento de plantear la arquitectura presentada en este trabajo fue el de lograr que tuviera la capacidad de permitir que con el tiempo se le agreguen módulos para generar otras combinaciones de lenguajes destino, así como también la generación de características particulares como la distribución de elementos dentro de la distribución general.

Además de su escalabilidad, en relación a módulos de otros lenguajes y a la implementación de características específicas, es importante señalar que la arquitectura admite con naturalidad la especificación de nuevas etiquetas IFML, modificando la gramática definida para archivos XML y generando los archivos del *parser* y *lexer* con ANTLR4, la definición de nuevos elementos de representación intermedia e, inclusive, la definición de nuevas estructuras de árboles abstractos.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor quiere agradecer el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) así como al Tecnológico Nacional de México (TecNM), gracias a los cuales fue posible el desarrollo de este trabajo de investigación.

## REFERENCIAS

[1] N. Laaz y S. Mbarki, "A model-driven approach for generating RIA interfaces using IFML and ontologies", en *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*, 2016, pp. 83–88.

[2] N. Laaz y S. Mbarki, "Integrating IFML models and owl ontologies to derive UIs web-Apps", en *2016 International Conference on Information Technology for Organizations Development (IT4OD)*, 2016, pp. 1–6.

[3] M. Brambilla, A. Mauri, y E. Umuhoza, "Extending the Interaction Flow Modeling Language (IFML) for Model Driven Development of Mobile Applications Front End", en *Mobile Web Information Systems: 11th International Conference, MobiWIS 2014, Barcelona, Spain, August 27-29, 2014. Proceedings*, I. Awan, M. Younas, X. Franch, y C. Quer, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 176–191.

[4] K. Frajták, M. Bureš, y I. Jelínek, "Transformation of IFML Schemas to Automated Tests", en *Proceedings of the 2015 Conference on Research in Adaptive and Convergent Systems*, New York, NY, USA, 2015, pp. 509–511.

[5] R. Rodriguez-Echeverria, J. M. Conejero, J. C. Preciado, y F. Sanchez-Figueroa, "AutoCRUD - Automating IFML Specification of CRUD Operations", en *Proceedings of the 12th International Conference on Web Information Systems and Technologies - Volume 1: APMDWE, (WEBIST 2016)*, 2016, pp. 307–314.

[6] S. Roubi, M. Erramdani, y S. Mbarki, "A model driven approach to generate graphical user interfaces for Rich Internet Applications using Interaction Flow Modeling Language", en *2015 15th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA)*, 2015, pp. 272–276.

[7] C. Bernaschina, S. Comai, y P. Fraternali, "IFMLEdit.Org: Model Driven Rapid Prototyping of Mobile Apps", en *Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*, Piscataway, NJ, USA, 2017, pp. 207–208.

[8] C. Bernaschina, S. Comai, y P. Fraternali, "Online Model Editing, Simulation and Code Generation for Web and Mobile Applications", en *Proceedings of the 9th International Workshop on Modelling in Software Engineering*, Piscataway, NJ, USA, 2017, pp. 33–39.

[9] M. Brambilla y P. Fraternali, *Interaction Flow Modeling Language: Model-Driven UI Engineering of Web and Mobile Apps with IFML*, 1st ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2014.

[10] "Visual Paradigm", *Visual Paradigm*. [En línea]. Disponible en: <https://www.visual-paradigm.com/>. [Consultado: 10-oct-2017].

[11] A. Leff y J. T. Rayfield, "Web-Application Development Using the Model/View/Controller Design Pattern", en *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Enterprise Distributed Object Computing*, Washington, DC, USA, 2001, pp. 118–.

[12] Draheim, Dirk y Weber, Gerald, *Form-Oriented Analysis. A New Methodology to Model Form-Based Applications*, 1a ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.



# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [13] A. V. Aho, M. S. Lam, R. Sethi, y J. D. Ullman, *Compilers: Principles, Techniques, and Tools (2Nd Edition)*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2006.
- [14] T. Parr, *The Definitive ANTLR 4 Reference*. Pragmatic Bookshelf, 2012.
- [15] R. Lerdorf y K. Tatroe, *Programming PHP*. O'Reilly Media, Incorporated, 2002.
- [16] J. Juneau, *JavaServer Faces: Introduction by Example*. Apress, 2014.
- [17] L. Van Lancker, *jQuery: el framework JavaScript de la Web 2.0*. Ediciones ENI, 2014.
- [18] Çivici, Çağatay, “PrimeFaces User Guide 6.1”, *Documentation*. [En línea]. Disponible en: [https://www.primefaces.org/docs/guide/primefaces\\_user\\_guide\\_6\\_1.pdf](https://www.primefaces.org/docs/guide/primefaces_user_guide_6_1.pdf). [Consultado: 20-sep-2017].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Automatic Programming and Restructure of Modular Systems Management for Simulator Control Optimization

Fernando Fermín Jiménez  
Frausto

Instituto Nacional de Electricidad y  
Energías Limpias  
Reforma 113, Palmira, 62490  
Cuernavaca, Mor.

José Montoya del Ángel  
Instituto Nacional de Electricidad y  
Energías Limpias  
Reforma 113, Palmira, 62490  
Cuernavaca, Mor  
+5217771354974  
jose.montoya@ineel.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/20

### ABSTRACT

A visual programming language is a more intuitive approach and easier debugging for some users. Its main disadvantage is that most of the developed programs would not be able to compete on runtime speed with lower level languages, a critical feature in some applications such as simulator control module, a real-time system. The "Simulator Optimizer System" (SIOS acronym in Spanish) is a toolkit which designed with a view to improving the execution and initialization of models created in AGRADEMOS®. Applying some strategies such as memory usage optimization, components redesign, and creation of a modular database for networks, the software is capable of increasing the execution speed at least 2.5 times, and the initialization time decreased to a tenth in comparison with the original system, without modifying its functionality or any human intervention in the process. SIOS works with any control program in AGRADEMOS® regardless the structure or length of the project.

### Categorías y Descriptores Temáticos

C.3.4. **Real-time systems:** Real-time system architecture.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### Términos Generales

#### Keywords

Simulator Optimization, Restructure of Modular Systems, Automatic Programming, Memory Optimization.

### INTRODUCTION

As the computer capacities are being increased significantly in the recent years, the high-level language programming is getting importance within developers and, in order to face the current social issues, it is necessary software products capable of managing a large variety of conditions. However, those features heighten the computational cost, in addition, with the current highly complex systems and a large amount of data collected, it is important to focus again on code optimization. According to Gilles Muller et al.[7] the specialization of systems has increased the Sun RCP execution speed 1.5 times, in comparison with the generic high-level language run code.

The National Institute of Electricity and Clean Energy Mexico, in order to be at the technological forefront and solve the current energy industry needs, developed in 2009 the "Graphic Environment for Simulation Model Development" (AGRADEMOS® acronym in Spanish), this application has created an entire Real-time simulation model of at least 10 generation and distribution electricity systems. The virtue the IDE lies in the fact that it could create the model of almost any structure in the energetic sector, owing to its class referenced network [3] and graphics programming. Inside AGRADEMOS® IDE, each component has inputs and outputs interconnected with other elements by objects pointers, and are executed by the run motor calling its programmed function. A similar concept has been employed to PorwerSim Simulator [11].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## OBJECTIVES

Due to a large number of components, on average 500K for each project, the INEEL developers discern about the need of creating a tool that initializes faster the completed models and codifies specialized execution motor for each project without human intervention.

As a consequence, "Simulator Optimizer System" (SIOS acronym in Spanish) was created. This software is a toolkit of AGRADEMOS®, which has two main purposes. First, create a faster model recovery module. It was accomplished by the creation of a single file with the information pre-processed. The main virtue of this new database is that it regroups each module into a single cluster and changes the management of the components, these changes help to compress and store the minimum quantity of data, and allow parallel components initialization.

The second function of SIOS involves the automatic programming of code that substitutes an entire model, that code modifies the interaction between components-processor, data structure, and hierarchy of used memory. The model is a mathematical representation of the system, created by a cluster of connected components, due to the AGRADEMOS® architecture the compiler cannot optimize sections of related functions and execution motor must access to higher memory hierarchy, which significantly decreases the application performance. Taking into consideration the fixed structure of finished projects, it is possible to generate tailor-made optimized code which improves the initialization and execution speed of any project in AGRADEMOS

## STATE OF THE ART AND STRUCTURE OF AGRADEMOS®

Gilles Muller et al. [7] states that the specialization of systems has increased the Sun RCP execution speed 1.5 times, in comparison with the generic high-level language run code. Besides, Robert Balzer [1] explains some of the algorithms explored for Automatic Programming.

AGRADEMOS® comprises three main structures: Model, Graphs, and Project [3] Each structure is employed by different AGRADEMOS® module and interacts with the minimum single element, the *component*, in a different manner. The interaction between structures is shown in Figure 1.

- **Model:** it is a cluster of components. This structure calls the programmed code of each component and creates the connection between the inputs and outputs by class reference.
- **Graph:** it is composed by elements called NodeGraph, each unit has dependencies toward others NodeGraph which enunciates the data flow direction. The main purpose of this structure is to generate the execution order from the topological dependency.

- **Project:** it is composed by elements called diagram, each element emulates the behavior of a system sector by the interconnection of components. The main purpose is to organize the system when the model is under construction and debugging. Moreover, it is a structure employed in order to find a component on efficient manner inside AGRADEMOS®.

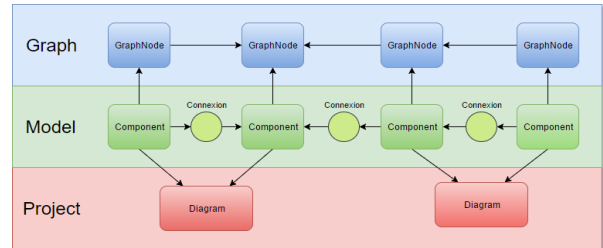


Figure 1. Structure of AGRADEMOS.

## METHODOLOGY AND STRUCTURE OF SIOS

The Auto-generated Code can replace an entire model, it contains the same model amount of inputs and outputs, while behaves as the simulated system in original AGRADEMOS® project. The automatic programming software was focused on finished projects, where the declaration and connection actions of components do not have any variant, therefore some features of AGRADEMOS® are not strictly required. On this code is possible to implement a fixed controller and an optimized initialization method. The code must keep the same execution order and comprises the structure connections of *Model* configuration explained in Figure 4 Section 3.2

This code is stored as a DLL and incorporated as an additional AGRADEMOS® unit, it replaces the entire Control module when project name corresponds to the generated one. This code has two main parts: Declaration/Initialization and Execution. These elements are created by two entities that employ the pre-processed and centralized database of entire project, this structure allow to comprise more than 6 thousand files into a single one, storing only the required information to create the model [2]. Moreover, it decreases to minimum the Graph dependency calls by the transformation of the network into a sequential execution by First Deep Search algorithm, cycles breaker algorithm and storing as numerical Id.

### *Automatic programming: declaration and initialization section*

In the Improved Initializer, was sought that computational processing mainly concentrates in the Automatic Programming Software. Declare and initialize fixed components as well as the

connection by reference, are a series of repetitive functions with filtered arguments. In order to avoid a large number of code lines, 10 text files databases were implemented, each file represents the pre-processed information for one initialization stage. Employing these files, the motor performs as reader and executor without any data check, applying these improvements, the initialization speed increase 9.86 times. It is important to mention that these files are created after the code generator apply several filters and validate the new database mentioned in section 3 consequently, the error is practically null.

In Figure 2 is shown the 10 steps for initialization of the system, each stage has a structure that allows performing the operations in parallel.

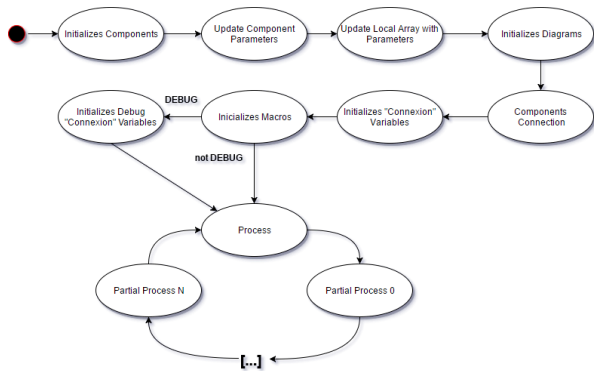


Figure 2. State Diagram of Initialize Model of Generated Code.

### Execution section

Compiler technology is integral to processor efficiency, application, and hardware usability, applying the right compiler optimizer is possible to reduce code size and runtime. It can provide significant performance benefits [6]. AGRADEMOS® has an operation based on the interconnection of components by object reference, although this feature has given it the necessary flexibility for simulation of large variety of systems, employ objects references might need to go through multiple levels of memory hierarchy, which could lead to poor application performance due to the potential heap fragmentation and poor locality [8]. For this reason, it was sought to minimize as possible the use of objects, by removing the input and output object reference connections, as well as parameter and memory class. Furthermore, this connection structure causes lack code optimization, due to the fact that a component does not have knowledge about the connected objects, its function reads the input and saves the transformation result into the output. It is not possible to make any kind of code reduction or agglomeration, in some cases even with constant components.

In order to solve the mentioned issues, the Automatic Programming Module makes several components groups, that could be observed as macro-components. In the generated code, controller avoids call the object of each component and its coupled classes, it executes a collection of optimized functions thanks of the amassment of selected object's functions with local variables, removing not employed outputs and in some cases the substitution of original functions; which together behave as the original system. The changes of model's structure could be represented as in Figure 3.

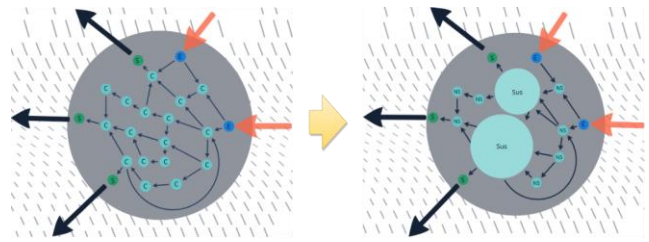
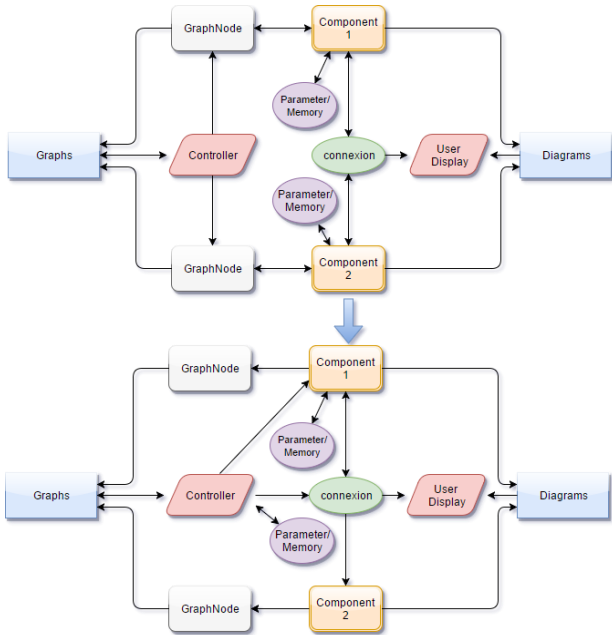


Figure 3. Transformation of components inside AGRADEMOS® Model.

In Figure 3, is possible observe that several objects were not grouped, this distinction is caused by two new component's classes in Code Generator. The main differences are how they interact with AGRADEMOS® controller; this is shown in Figure 4. On the upper image, it is possible to observe the traditional AGRADEMOS® configuration. In lower side it is observable the new structure, in which Component 1 is called noSubstituted and Component 2 Substituted:

- **noSubstituted:** although controller has a direct communication with them, their function keeps inside of component which reads the component's parameter/memory and communicates to other model sections by object reference. These components were selected because of their complexity to generate code that replace them.
- **Substituted:** its functionality is executed by the controller using local variables, their data are saved on heap memory only if is necessary. Furthermore, parameters/memories values are saved in a local array to decrease usage of objects.

The main purpose of grouping Substituted components, is to generate a new unit with inputs and outputs. Notice that the new system would have an optimized code that removes intermediate component's outputs, these terminals are not observable in the model outputs and are not required to store on heap memory.



**Figure 4.** Transformation of components inside AGRADAMOS® Model.

### Automatic Programming: Execution

The new classes of components mentioned above are created from a text database called Substituted Structure Database. In this table is saved the code structure of replaced components, the main advantage is its flexibility to manage almost any sort of component and the components code could be migrated among others low-level languages relatively easy. It only needs the structure shown in Figure 5.

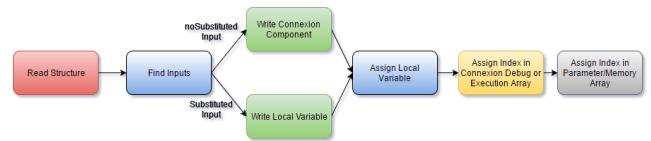
ComponentType: QuantityCodeLines Code AdditionalCodeInputArray Memory/Parameters/LocalVariables Space	NOT:1 {declara}varBool{S_01} = !{E_I1};
ComponentType: QuantityCodeLines Code AdditionalCodeInputArray Memory/Parameters/LocalVariables Space	AND:1 {declara}varBool{S_01} = ( {E} ; && {E} )
ComponentType: QuantityCodeLines Code AdditionalCodeInputArray Memory/Parameters/LocalVariables Space	SSR:6 {@@@}bool varBool{S_SET}; if ( {E_SET} ) varBool{S_SET} = true; else if ( {E_RST} ) varBool{S_SET} = false; else varBool{S_SET} = {CompS_SET}; varBool{S_RST} = ! varBool{S_SET}; {CompS_SET} = varBool{S_SET};
AdditionalCodeInputArray Memory/Parameters/LocalVariables Space	boolSa1&{CompS_SET}&Mems&0

**Figure 5.** Structure of Substituted Database.

The Code Generator reads the new Database mentioned in Section 3, due to the fact that components are stored in execution order it generates the code with a sequential writing of

the function that executes each component. For the case of noSubstituted components, the application will write the call of the function inside the component's object, and if there are more than two consequent components, these will be compressed in cycles.

On the other hand, if there is a Substituted component, it is built the component's function inside the controller, which is executed with local variables. The application is in charge of assembling this structure with needed data, the actions performed are shown in Figure 6.



**Figure 6.** Construction of Substituted function.

In Figure 6 is possible observe how a bunch of Substituted components are transformed to code in execute mode, although the new database file was generated, it is not shown. In addition, the code generator reuses the local variables, in the quest to reduce the cache used memory to the minimum. In this functionality, when a process is executed, the resultant value will be stored in a local variable, the code generator looks for a value that is no longer needed and it rewrites it with the new information, if there is any available it declares a new one. This functionality was achieved through network algorithms for output detection, component references, and dynamic counters.

Due to the complexity or structure of some components, in some cases, the transformation of a component into local variables code was not favorable. It mainly occurs with components with peripheral communication, but some elements depend on the connected component's type in order to decide which should be programmed as Substituted or nonSubstituted. As a consequence, a weighted decision tree was programmed, in which the automatic programming take an action based on formula (1).

$$\left( \sum_{i=0}^n K_i \right) = 1 \text{ where } -1 \leq K_i \leq 1 \text{ and } k \in \mathbb{C}^N$$

Where C is constant weight by component type, i.e. each component has a relative weight with another component type. These values were obtained by experiments on 5 different projects and have relevance with some pairs of element's type. These improvements increase the new execution speed in 10%.

Another important feature is shown in Figure 7, there is noticeable that code generator does not perform some optimization actions. For instance, in the fourth line of the cited figure, appears an operation that could be skipped just by basic Boolean logic. Another possible action is the join of functions by the substitution of local variables with the operation, in order to execute longer expressions. These actions are not performed by Automatic Programming Software because the compiler



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

optimizer has algorithms that perform them more efficiently. The generated code propitiates the scheme for optimization, actually, if the assembly code generated by the compiler is checked, it is possible to observe the effects, when those expressions are compiled, it removes code line and reduces some variables assignments [4]. Furthermore, this structure is also favorable when is employed better compiler algorithms [10].

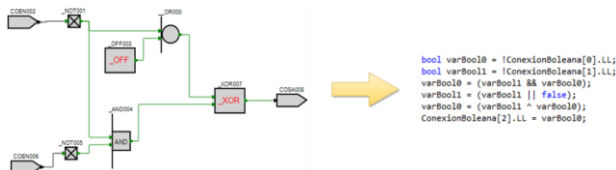


Figure 7. Construction of Substituted function.

Moreover, due to the new database, it is possible to categorize the components into a bunch of independent functions that could be parallelized, because of the explicit sequential code, the compiler and the asynchronous task decrease significantly the code execution cycle time.

## RESULTS

It is important to mention that the cited modules of Automatic Programming Software SIOS are currently working inside the Combined Cycle Simulator [9]. The model construction of Optimized Initialization let the correct execution of native AGRADAMOS® executor. On the other hand, the generated DLL from Code Generation substitutes the execution of Mitsubishi System Control, which has 214,399 components and 6,173 diagrams. In both cases the model has the same behavior in the transitory and stable state in comparison of current AGRADAMOS®, this proves the proper configuration and communication with the entities that constitute the entire simulator.

In Table 1 is possible observe the model initialization and execution cycle time. Notice that the model construction is 7 times faster decreasing from 174 to 25 seconds with *Optimized Initialization*, and 10.23 times faster with the *Improved Initializer* in generated code declining to 17 seconds. On the execution cycle time, the *Initialization Optimizer* does not modify the native motor but with the code generator replacing Boolean components the time reduce 2.1 times and it is even better by also replacing some analog components which generate a 2.3 times faster execution. In addition, notice that the parallelization of generated code performs the fastest time, 2.75 times.

	INITIALIZATION	EXECUTION
<b>CURRENT</b>	174 seconds	11-13.5 milliseconds
<b>OPTIMIZED INITIALIZATION</b>	25 seconds	11-13.5 milliseconds
<b>GENERATED CODE DIGITAL</b>	17 seconds	5.5-6 milliseconds
<b>GENERATED CODE ANALO-DIGITALS</b>	17 seconds	4.9-5.4 milliseconds
<b>GENERATED CODE WEIGHTED DECISION</b>	17 seconds	4.7-5.1 milliseconds
<b>PARALLEL GENERATED CODE WEIGHTED DECISION</b>	17 seconds	4-4.4 milliseconds

Table 1. Comparison of obtained initialization and execution cycle time.

## CONCLUSIONS

Nowadays, there powerful systems that favor the solution of complex, vast and multifaceted problems, these tools have a characteristic of flexibility and modularity that sometimes leads to excessive computer resources consumption and lower application performance. As is was observed, the implementation of a specialized database on finished projects, make possible to store fixed values and reduce 85% of total initialization time or 90% with pre-processed data. Something similar to simulator execution, when is created a specialized code that optimizes the intermediate process memory usage and computations, leads toward decrease of at least 2.1 times the application runtime. These improvements are only the first step toward the optimal execution mode of a control model, and maintain Real-time systems on more complex models.

## REFERENCES

- [1] R Balzer. A global view of automatic programming. 3rd international joint conference on Artificial intelligence,1973, IJCAI'73: 494-499.
- [2] S Baase and A Van Gelder. Computer Algorithms. Pearson Education, 3rd edition,2002.
- [3]Boletín Instituto de Investigaciones Eléctricas. Ambiente gráfico para el desarrollo de modelos de simulación

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

(agrademos). Boletín IIE: Tecnologías Habilitadoras para la Industria Eléctrica, 34:82-83, 2010.

[4] J Gough. An Introduction to GCC - For the GNU compilers gcc and g++. Network Theory, 1st edition, 2004.

[5] S Kolhatkar. Xml based representation of dfd. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 8:22-24, 2011.

[6] R Koo and F Gandol\_. Compiler business value. IBM, october 2008.

[7] G Muller and E Vachharajani. Automatic Optimization of the Sun RPC Protocol Implementation via Partial Evaluation, 1997.

[8] P Ramarao, J Siu, and P Pamula. IBM Just-In-Time Compiler (JIT) for Java: Best practices and coding guidelines for improving performance. IBM Systems and Technology Group, november 2008.

[9] J Tavira, L Jimenez, and F Jimenez. Mathematical modeling of a heat recovery steam generator and its integration to a comined cycle power plant simulator. 34:82-83, 2010.

[10] S Triantafyllis and M Vachharajani. Compiler optimization-space exploration. Journal of Instruction-Level Parallelism, 7:1-25, 2005.

[11] D Wook Kim, C Youn, B Cho, and G Son. Development of a power plant simulation tool with gui based on general purpose design software. International Journal of Control, Automation, and Systems, 3:493-501, 2005.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Automatización de Sistema Hidroponía en pecera

Rodolfo Romero Herrera  
Instituto Politécnico Nacional  
ESCOM  
Av."Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-600 Ext. 52040  
Rodolfo\_rh@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El uso de tecnologías avanzadas en los sistemas de riego de invernaderos es cada vez más frecuente. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se implementa inteligencia artificial, por lo que se desperdician muchos recursos y se deja fuera del alcance a jardines de cualquier casa habitación. Donde los espacios son algo primordial para la convivencia familiar. El presente proyecto desarrolla algoritmos que apoyan el diseño e implantación de tecnología avanzada en jardines hidropónicos para el hogar situados en azoteas, terrazas, e incluso en cocinas de la casa; ya que se emplea una simple pecera; todo alimentado con energías alternativas tales como energía eólica, celdas solares, etc. La pecera hidropónica contempla árboles frutales enanos, vegetales, flores, etc. Se obtuvo para algunos casos una planta por semilla.

### ABSTRACT

The use of advanced technologies in greenhouse irrigation systems is becoming more frequent. However, in most cases artificial intelligence is not implemented, so many resources are wasted and left out of reach to the gardens of any home. Where the spaces are something primordial for the family coexistence.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

This project develops algorithms that support the design and implementation of advanced technology in hydroponic gardens for the home located on rooftops, terraces, and even in kitchens of the house; since it employs a simple fish tank; all fed with alternative energies such as wind energy, solar cells, etc. The hydroponic fish tank includes fruit trees, vegetables, flowers, etc. A plant for each seed was obtained for some cases.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Ingeniería de software, Inteligencia artificial

### Términos Generales Palabras clave

Hidroponía, Computo Móvil, Inteligencia artificial, Jardín.

### Keywords

Hydroponics, Mobile Computing, Artificial Intelligence, Garden.

### INTRODUCCION

Los habitantes de ciudades viven en casas con jardines chicos, patios o balcones; aunque hay parques y jardines públicos el contacto más directo con la naturaleza debe ser dentro del hogar [1]. El mantener a las plantas vivas es un deber a cotidiano; que en ocasiones no puede realizarse; Sin embargo, las plantas requieren de cuidados.

Para sobrevivir las plantas necesitan de 16 elementos esenciales, 9 macronutrientes que deben proporcionarse en mayores cantidades (Hidrógeno, Carbono, Oxígeno, Nitrógeno, Calcio, Fósforo, Magnesio, Potasio y Azufre) y 7 micronutrientes



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

(Cloro, Zinc, Boro, Hierro, Cobre, Manganeseo, Molibdeno) que se requieren en menores proporciones. El oxígeno y CO<sub>2</sub> es fácil obtenerlo del medio ambiente; mientras que el hidrógeno y oxígeno se obtiene del agua. Los fertilizantes proporcionan los nutrientes faltantes o específicos de cada planta. En el caso de la hidroponía los macronutrientes y micronutrientes se disuelven lo que se llama solución nutritiva [2][3].

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Desarrollar un sistema inteligente que permita el uso de tecnologías avanzadas en una pecera para hidroponía.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En el presente trabajo se optó por las técnicas de riego de hidroponía. Al considerarla económica y de fácil acceso en su implementación para el hogar. En cuanto a la producción de energía se optó por energía solar y eólica. El sistema se divide en varios algoritmos con agentes inteligentes para el sensado de variables físicas. También se tiene un algoritmo para la toma de decisiones que engloba a todos algoritmos. Por último se tiene una aplicación para la transmisión de órdenes inalámbricas. Algunos sistemas tienen la necesidad de no generar infraestructura en instalaciones eléctricas ya que están bajo el agua o dentro de la solución nutritiva, por tal motivo se optó por vitricidad para solventar el problema donde no se consume mucha energía.

### Hidroponía

La hidroponía se ha usado para cultivar plantas para el consumo humano donde no es necesario el uso de suelo, ya que puede realizarse donde solo hay concreto o en pequeñas superficies [4][3]. El sistema hidropónico propuesto difiere en cuanto su forma. Pues no considera el tradicional NFT (Ver Figura 1). El cual usa tubería de PVC y algunos otros aditamentos. El sistema usa la técnica de solución nutritiva re circulante (Ver Figura 2).



Figura 1. NFT Hidropónico tradicional.

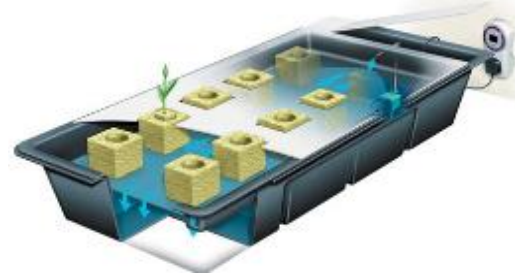


Figura 2. Sistema de solución nutritiva re circulante.

El sistema realizado tiene riego autónomo y automático, pensado para jardines de casa habitación, departamentos o balcones. El sistema de hidroponía solo requiere mantener un nivel de agua; por lo que se usa un sensor de nivel de líquido. Para los días calurosos se implementó un sistema de roció de agua, el cual sensa la luz ambiente y la temperatura. Cuando se llega a cierto nivel de aridez en el ambiente se abre la llave electrónica y se activa la bomba para el roció, y se cierra el sistema cuando se tiene a cierto nivel de temperatura y humedad [1]. En el caso de los días fríos se cuenta con un calentador de los empleados en peceras a fin de mantener el ambiente en la temperatura adecuada. Para evitar que se forme una placa de solución nutritiva en la superficie del agua se usó una bomba que por periodos mueve el líquido de la pecera. Ver figura 3.



Figura 3. Sistema de Bombeo

El sistema está controlado mediante software embebido en una tarjeta Arduino Uno [5], el cual obtiene información sensada del ambiente que procesa, y una vez que se cumplen una serie de condiciones activa los actuadores correspondientes [6].

No es necesario que la planta se sumerja en agua. Materiales como el algodón o alguna fibra similar pueden absorber el líquido y los nutrientes, y hacerla subir incluso hasta la superficie de tierra. En un sistema de riego muy similar al de aspersión (Ver figura 4) [7].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 4. Sistema de aspersión.

Como semilleros se empleó botellas de PET de bebidas embotelladas (Ver figura 5). Las principales ventajas del sistema son las posibilidades de control, consumo de agua eficiente y el pleno aprovechamiento del sustrato. El alimento afecta directamente el cultivo; así como la planta afecta la solución nutritiva, lo cual es un beneficio, pero también puede ser un daño debido a las plagas y enfermedades.



Figura 5. Semillero

Para proporcionar iluminación artificial en el caso de ambientes cerrados se usó una tira de leds; con encendido automático por horario y por lúmenes en la habitación (Ver figura 6).



Figura 6. Sistema de iluminación.

*Algoritmos Agente para los Circuitos de automatización.*

## Agente Sensado de humedad y nivel de agua

Para detectar el nivel de agua se empleó un sensor de humedad de suelo (higrómetro FC28). Un sensor de este tipo mide la conductividad del suelo, si hay mayor humedad la conductividad se incrementa y si el suelo está muy seco la conductividad disminuye. Se agregó una tarjeta (comparador LM393 con potenciómetro) que permite el sensado de forma análoga o digital. El valor cero corresponde a suelo alta conductividad y 1023 a un suelo que le falta mucha humedad ya que prácticamente esta seco. La salida digital entrega valores de HIGH cuando se supera el umbral de humedad y LOW cuando la humedad está por debajo del umbral, dicho umbral se puede modificar a través del potenciómetro (Ver figuras 9 y 10) [8].

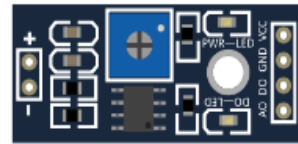


Figura 9. Sistema sensor de humedad y nivel de agua

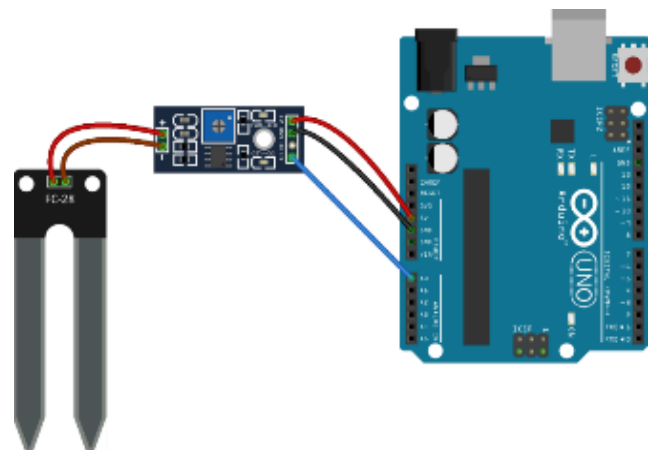


Figura 10. Montaje del sistema de sensado de humedad y nivel de líquido.

Si se emplea la señal analógica A0, se lee el valor mediante la entrada analógica; y usamos el puerto serie si se quiere transmitir a una computadora. Ver figura 11.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

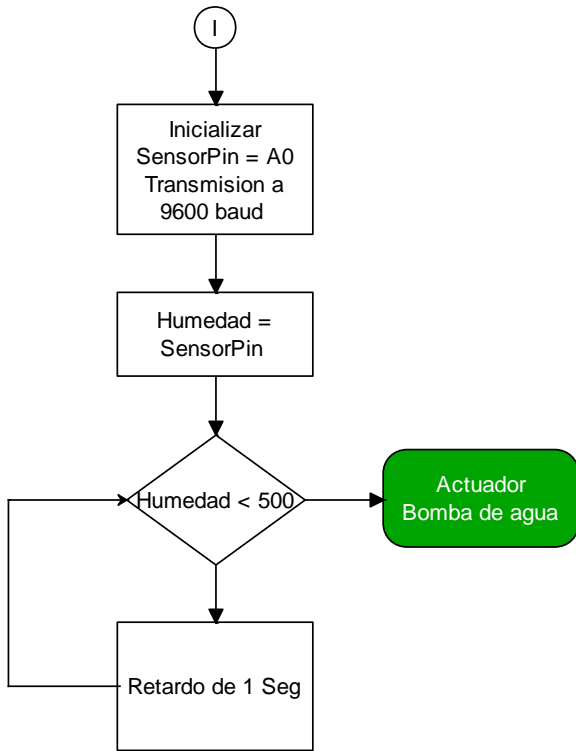


Figura 11. Diagrama de flujo sentido de humedad.

Si se emplea la señal digital se usa una entrada apropiada para leer el estado. Puede enviarse la información a la computadora y ejecutar las acciones correspondientes. Ver figura 12.

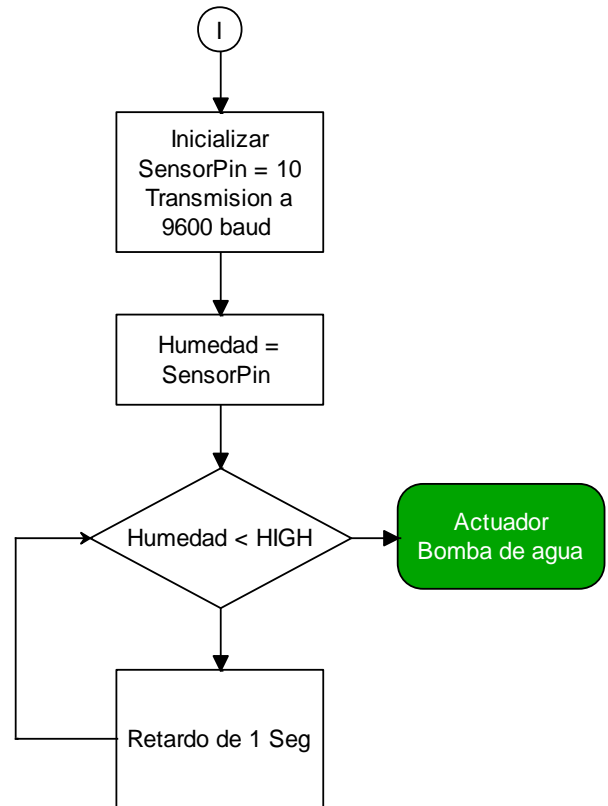


Figura 12. Diagrama de flujo del sentido de humedad mediante entrada digital.

## Agente Sensado de temperatura

Un sensor de temperatura o RTD (del inglés: resistance temperature detector) es un sensor de temperatura resistivo; está basado en la variación de la resistencia de un conductor conforme aumenta o disminuye la temperatura [8]. Se empleó el LM35 (Ver figura 13).

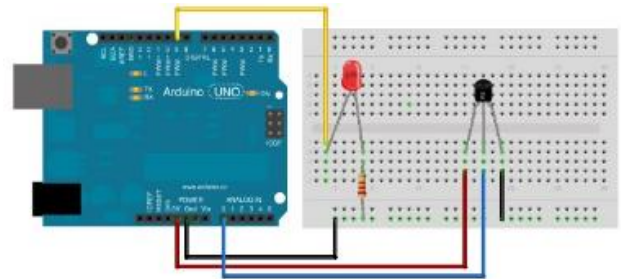


Figura 13. Montaje para el sentido de temperatura

A partir de esta información podemos obtener una fórmula matemática que nos calcule la temperatura en función del voltaje con el LM35. Ver figura 14.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

$$\text{Temperatura} = \text{Valor} * 5 * 100 / 1024$$

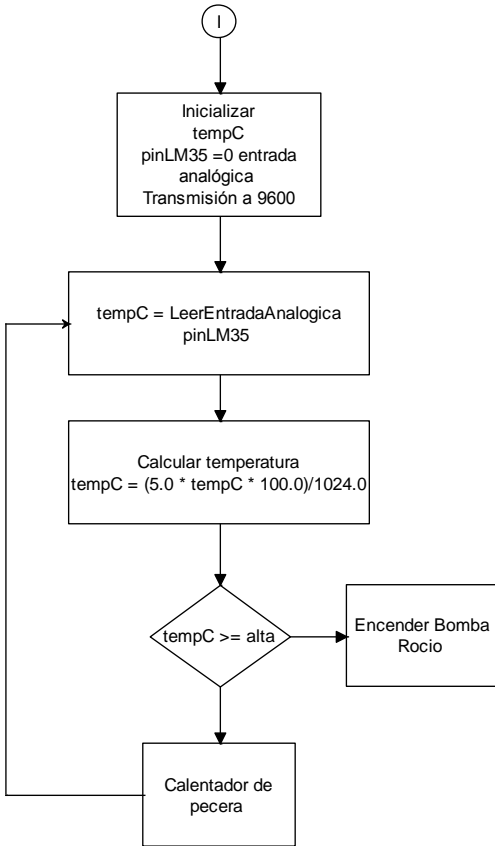


Figura 14. Diagrama de flujo del sensado de temperatura.

Se puede cambiar la resolución para medir temperaturas de 500°C con 5V. Tal hecho es difícil de producir ya que es muy poco probable que la temperatura del sustrato o solución alcance dicho rango. Para ajustar se usa la función analogReference que permite establecer el valor de referencia para la entrada con valor 1023. Normalmente se trabaja con 5V pero si se usa la opción INTERNAL se puede tener más resolución, 1.1V. Esto equivale a poder medir temperaturas de hasta 110°C, dentro del rango de operación del LM35. Para ello solo debemos utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Temperatura} = \text{Valor} * 1.1 * 100 / 1024$$

El código que debemos cargar corresponde al digrama de flujo de la figura 15.

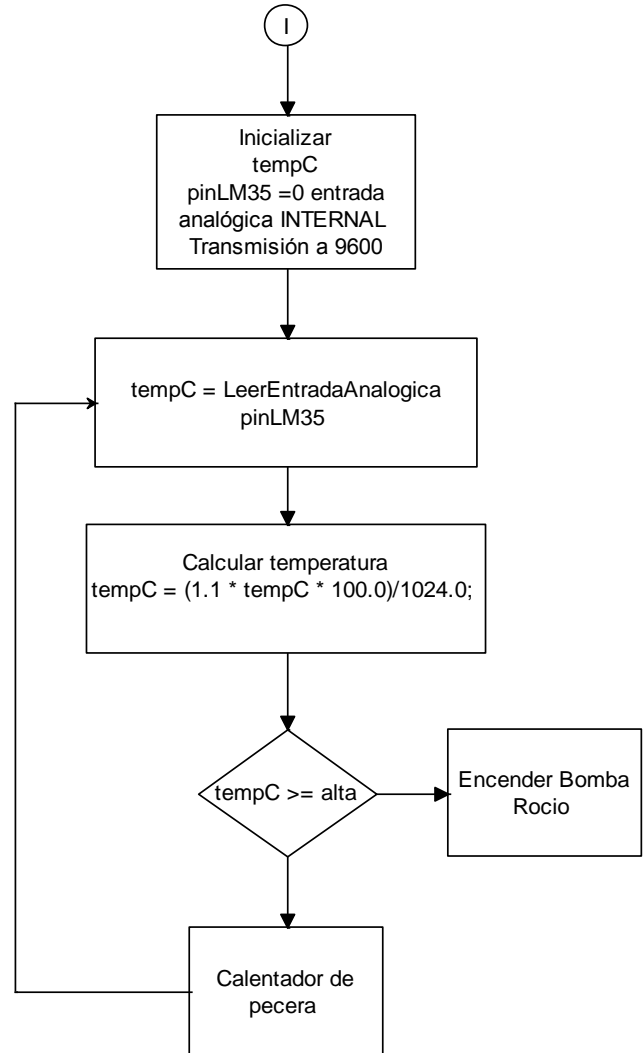


Figura 15. Diafragma de flujo del sensado de temperatura con opción de INTERNAL.

## Agente Sensor de luz ambiente

El sensor TEMA6000 es sensible al espectro visible. La salida de este sensor es analógica por lo que se conecta al ADC del Arduino. En este caso la luz ambiente es la variable medida, cuando el modulo no detecte la suficiente luz se emite una señal al Arduino para encender la tira de LEDs, en caso contrario, si la luz es suficientemente fuerte se indica al Arduino que apague la tira LED. Se agrega también un sistema para encendido por horario de día, para el caso de habitaciones de poca iluminación. Ver figura 16.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

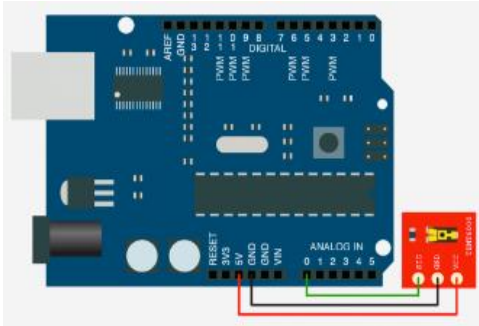


Figura 16. Montaje del sistema de sensado de luz ambiente.

Al inicio se declara los puertos de entrada y salida en el microcontrolador y los rangos que se utilizaron para la variable “luz solar” (esta es ajustable dependiendo al entorno donde se desea trabajar). Por ello lo ponemos en 0 para que el sensor envíe la señal de apagar al microcontrolador una vez que detecte luz.

Después se acondiciona al sensor de luz ambiental TEMA6000 para que trabaje con los rangos que se requiera, es decir la intensidad luminosa que activara la señal para encender o apagar la tira de leds. Cuando el sensor está detectando luz suficiente enviara la señal al microcontrolador para que los leds se apaguen.

El siguiente paso es hacer lo contrario al apagado de los leds. Cuando el sensor no registre luz suficiente en el ambiente enviara la señal al microcontrolador para que encienda la tira de leds. Ver figura 17.

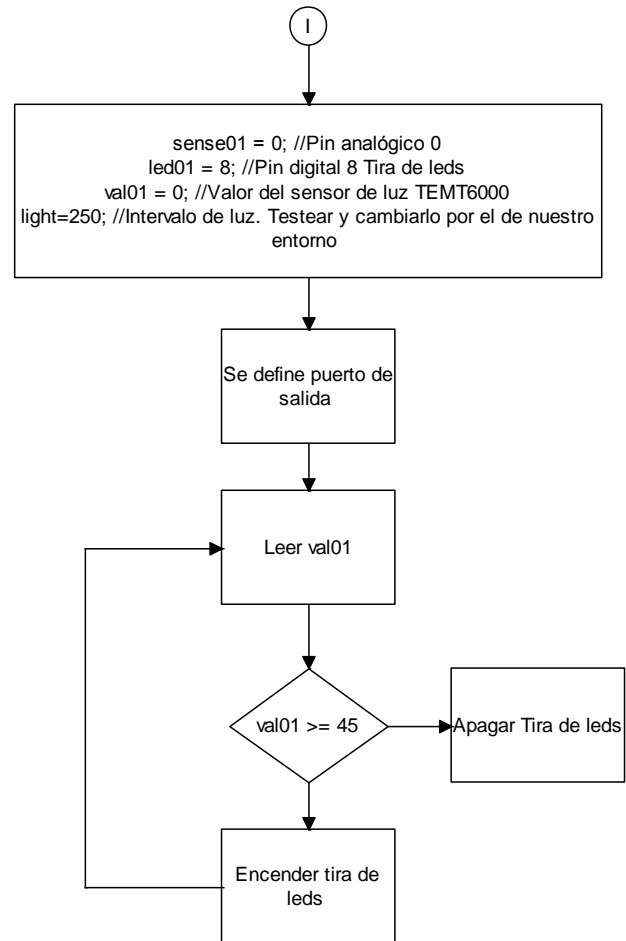


Figura 17. Diagrama de flujo – Encendido de tira de leds.

## Algoritmo sistema completo

Para el control de cada agente o sistema se tomó en opto por la comunicación inalámbrica mediante wifi hacía un celular o PC. Se permite la comunicación entre sistemas basado en mensajes [9]. Ver figura 18.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

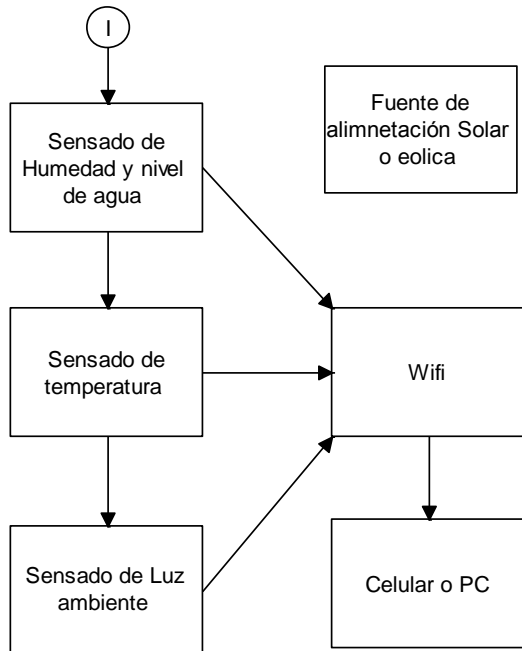


Figura 18. Diagrama de flujo – Sistema completo  
ESP8266 Transmisión wifi

El wifi es una manera de conectar dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. El ESP8266 es un chip Wi-Fi con pila TCP/IP y capacidad de MCU (Micro Controller Unit) fabricado por Espressif Systems [10].

El ESP8266 se usó con un microcontrolador como Arduino conectado a su puerto serie y manejado con comandos Hayes; pero también se puede programar como microcontrolador con la SDK. El esquema o diagrama de conexión se muestra en la figura 19 y 20.

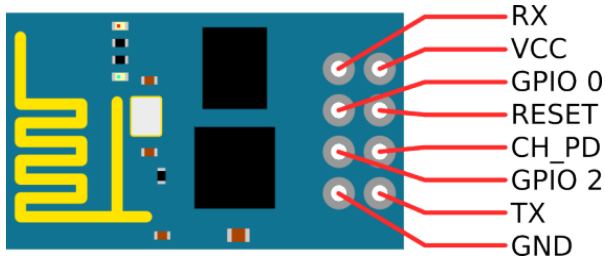


Figura 13. Wifi ESP8266

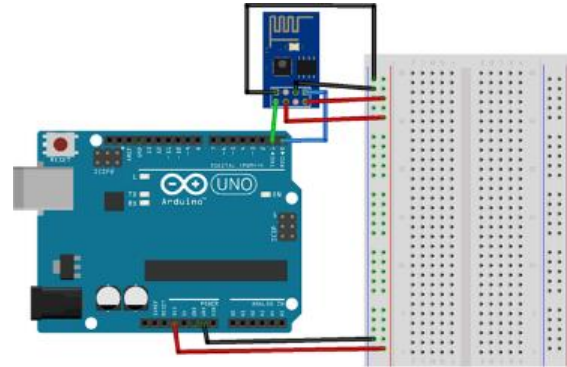


Figura 20. Diagrama de conexión

## RESULTADOS

Al sistema se le realizaron pruebas tales como de esfuerzo. Se sometió a trabajo continuo durante 2 meses sin interrupción; sin presentar mayores problemas. Debido a que el sistema de alimentación es de bajo consumo y no se opera continuamente ya que depende de las condiciones atmosféricas y de su inteligencia artificial, y es lo suficientemente bueno para satisfacer las necesidades del circuito. La comunicación inalámbrica funciona apropiadamente dentro de un radio de 10 m.

En cuanto a las plantas con las que se realizó el experimento se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Sistema Hidropónico

Planta	Crecimiento	Cosecha
Sandía	30 cm	No se cosecho
Stevia	1.5 m	Rinde 1 litro por planta
Cilantro	10 cm	Se cosecho
Fresa	No germino	No se cosecho
Calabaza	20 m	10 Calabazas
Piña	15 cm	Aun no genera el fruto
Cebolla	20 cm	De 10 semillas/ 10 se cosecharon
Lechuga	10 Cm	Una por semilla

Aunque se controló el sistema en la sandía se tiene problemas para la supervivencia de la planta, pues requiere de mucha agua [11]. Por tal motivo se usó un botellón de 5 galones obteniendo de 5 semillas todas germinadas. La fresa requiere de mayores cuidados, no supera un trasplante y en el sistema hidropónico no



# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

se obtuvo resultados. Casos notorios de éxito fueron el cilantro, la Estevia, la cebolla y principalmente la calabaza.

## CONCLUSIONES

En cuanto al sistema inteligente las pruebas realizadas mostraron su autonomía y auto matización; ya que puede funcionar las 24 horas del día sin contratiempo. No existe problema alguno en la comunicación inalámbrica. No consume energía de la red eléctrica gubernamental por lo que podemos concluir que es totalmente sustentable.

Los gastos tanto para el sistema por goteo y el hidropónico son realmente bajos comparados con los beneficios. Se obtuvo un producto incluso factible de ser comercializado y un nuevo sistema de cultivo en las ciudades que puede satisfacer en corto tiempo necesidades de alimentación.

En la investigación científica se tiene un laboratorio de producción de plantas que permite diseñar una gran cantidad de experimentos ya que ocupa poco espacio y es de bajos recursos. Tal es el caso del cómputo afectivo donde se permite el reconocimiento de patrones a través de imágenes y variables físicas como humedad, temperatura, etc. Por lo que en un trabajo a futuro se puede realizar estudios de relación afectiva hombre - planta para la generación de interfaces de comunicación.

En la Inteligencia artificial además del cómputo afectivo permite ampliar conocimiento en el área de Ciencias de la vida por lo que los alcances de crecimiento son rápidos de obtener.

## REFERENCIAS

- [1]Rodríguez Delfín, Alfredo, et al. Manual práctico de hidroponía. No. 631.585 M294m. Lima, PE: Universidad Agraria La Molina, 2004.
- [2]Resh, Howard M. Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción: una guía completa de los métodos actuales de cultivo sin suelo para técnicos y agricultores profesionales, así como para los aficionados especializados. No. 631.585. Mundi-Prensa, 1997.
- [3]Huterwal, G. O. "Hidroponía: cultivo de plantas sin tierra." (1956).
- [4]Barbado, José Luis. Hidroponía; su empresa de cultivos en agua. No. 631.585 B228. Albatros, 2005.
- [5] Pan, Tianhong, and Yi Zhu. "Getting Started with Arduino." Designing Embedded Systems with Arduino. Springer, Singapore, 2018. 3-16.
- [6]Baixauli Soria, C., and J. M. Aguilar Olivert." Cultivo sin suelo de hortalizas: aspectos prácticos y experiencias." No. C057. 013. Generalitat Valenciana, 2002.
- [7]Tarjuelo Martín-Benito, José María. "El riego por aspersión y su tecnología." Madri: Mundi-Prensa (1995).
- [8] Indra Den Bakker, "Phyton Deep Learnig Coobook", Packt, 2017.
- [9]José María Angulo Usategui, Susana Romero Yesa, Ignacio Angulo Martínez. "Microbotica", Paraninfo. 2001.
- [10]Hernandez, Maria Dolores Flores, and Fernando de los Reyes Quiroz. "MAPEO DE LA SEÑAL WIFI MEDIANTE UN DISPOSITIVO IMPLEMENTADO EN ARDUINO." JÓVENES EN LA CIENCIA 3.1 (2017): 494-497.
- [11]Camacho Ferre, Francisco, and Eduardo J. Fernández Rodríguez. cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español. Caja Rural de Almería, 2000.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Big Data: Ventajas y desventajas - aplicaciones y tecnologías para implementar el servicio

Juan Carlos Herrera Estrada  
Universidad de Cundinamarca  
Docente TCO  
Carrera 16 # 7B-18 Zipaquirá,  
Cundinamarca. Colombia.  
+573118537142  
juancarlosherrera@  
mail.ucundinamarca.edu.co

Inés Adriana Melo Silva  
Ingeniero de Sistemas  
Especialista en Informática y  
Telemática.  
Maestría Gestión de Tecnologías de  
la Información  
(En Curso)  
Calle 2 # 21-37 Julio Caro  
Zipaquirá,  
Cundinamarca - Colombia.  
+573017309902  
adrianamelos\_@hotmail.com

Javier Orlando Barrero Páez  
Ingeniero de Sistemas  
Especialista en Auditoria de  
Sistemas de Información.  
Maestría en Tecnología Informática  
(En Curso)  
Docente  
Carrera 6 # 8-39 Ubaté,  
Cundinamarca.  
Colombia.  
+573203023040  
jobarrero@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Con la elaboración de este artículo se realiza una investigación y análisis de información que nos lleven a conocer las ventajas y desventajas del servicio de Bigdata, con el propósito de indagar y analizar a través de la importancia y el alcance que tienen y cuales se pueden presentar al tomar la decisión de usar Big data, así como las oportunidades, desafíos y retos. Indagar algunas tecnologías y técnicas usadas para la implementación de soluciones de Big Data en las medianas y pequeñas empresas en Colombia.

### ABSTRACT

With the elaboration of this article an investigation and analysis of information is carried out that take us to know the advantages and disadvantages of the service of Bigdata, with the purpose of investigating and analyzing through the importance and the scope that they have and which can be presented when making the decision to use Big data, as well as opportunities, challenges and challenges. Explore some technologies and techniques used for the implementation of Big Data solutions in medium and small companies in Colombia

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para personas o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con ánimo de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita competa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publica el artículo, para almacenarlo en servidores o redistribuirlo en lista de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8°. Congreso Internacional CICOM 2018, (11 al 13 de octubre de 2018), Taxco, Guerrero México.

Copyrightn2018 Universidad Autónoma de Guerrero.

### Categorías y Descriptores Temáticos

APPLIED COMPUTING  
INFORMÁTICA APLICADA

### Términos Generales

### Palabras clave

Big data, Volúmenes de información, Almacenaje, Infraestructura, Software libre, Hadoop, Computación en la nube, Datos, Conectividad, Ventajas, Desventajas, Resultados, Implementación

### Keyboard

Bigdata, Information, volumes, Storage, Infrastructure, Training, Platforms, Tools, Hadoop, Cloud computing, Data, Connectivity, Advantage, Disadvantages, Implementation, Results.

### INTRODUCCION

El crecimiento en el volumen de datos generados por diferentes sistemas y actividades cotidianas en la sociedad han llevado a la necesidad de modificar, optimizar y generar métodos y modelos de almacenamiento que permita el tratamiento de datos que generen soluciones a los problemas que presentan hoy las aplicaciones usadas por las medianas y pequeñas empresas en Colombia, (bases de datos y sistemas de gestión de datos tradicionales). Por esto aparece Big Data, esto incluye diferentes tecnologías que ayudan a la administración de grandes volúmenes de datos provenientes de diferentes fuentes y que se generan con mucha rapidez. Esta etapa de investigación y análisis obtenida a través de la realización del artículo nos brinda la posibilidad de conocer un poco más a fondo cómo

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

funciona el Bigdata y como se puede llegar a prestar el servicio para que funcione como solución tecnológica en las pequeñas y medianas empresas en Colombia. Conocer el mercado, las tendencias y viabilidad entre otras posibilidades, así como beneficio económico que origina prestar el servicio.

## OBJETIVOS

### Objetivo Principal

Indagar y analizar a través de la construcción de un artículo la importancia y el alcance que tienen las ventajas y desventajas que se pueden presentar al tomar la decisión de usar Big data, así como las oportunidades, desafíos y retos. A su vez indagar algunas tecnologías y técnicas usadas para la implementación de soluciones de Big Data en las medianas y pequeñas empresas en Colombia.

### Objetivos específicos

- Acceder a información y documentos que permitan argumentar los resultados que ayuden a comprender y resolver la problemática planteada.
- Organizar de manera lógica el procedimiento necesario para desarrollar un proyecto en Tecnología de la Información que brinde soluciones a una problemática existente.
- Describir los avances tecnológicos en el contexto del análisis de la información digital, particularmente el Big Data, y entender la forma cómo está nueva analítica aporta al fortalecimiento de las estructuras de negocio y al desarrollo de nuevas oportunidades en las empresas.
- Establecer las alternativas de oferta actual dirigida a la posibilidad y viabilidad de ofrecer este servicio en las medianas y pequeñas empresas en Colombia.

## ¿QUE ES BIG DATA?

Para entrar en materia y acercarnos a los objetivos de nuestra investigación empezaremos por definir Big Data Según Willi & Sons 2015 (como se citó en Zapata 2016) “es el corazón de la revolución inteligente, es lo que posibilita tener control en tiempo real sobre deportistas, manejar nuestros hogares, curar enfermedades mediante su diagnóstico previo o incluso predecir efectos económicos o financieros en organizaciones, es lo último en avances referente a sistemas de información que posibilitara el manejo de los grandes volúmenes y análisis de información que a diario se produce y que puede ayudar a organizaciones en el cumplimiento de objetivos basados en la información recolectada de todos sus usuarios. El termino Big data quizás se queda corto en su explicación de lo que realmente significa ya que no solo significa el manejo de grandes volúmenes de información si no que abarca también todo el conjunto de técnicas para analizar y procesar dichos volúmenes de datos además el cómo puede hacerse todo esto desde la computación en la nube, lo que ayuda a no tener que construir grandes supercomputadoras y poder ser asequible a cualquier persona u organización sin importar su tamaño.

Pensando en esta definición el Bigdata es una tecnología que permitirá avanzar a las empresas en todos los ámbitos a manejar su información, resultados y agilizar la toma de decisiones.

### Características de Bigdata

Big data tiene características definidas o básicas y que algunos llaman las cuatro V, que lo hacen único en comparación con otros sistemas de análisis de datos, estas cuatro características son: Volumen, Veracidad, Variedad y Velocidad.

El manejo de grandes volúmenes le permite entrar a organizaciones grandes y pequeñas que lo requieren, estamos hablando de entidades del estado como privadas, manejar la información de millones de habitantes, bases de dato tan extensas que suelen ser caóticas de manejar con las bases de datos tradicionales.

Bigdata ya es usado en Colombia por entidades del estado, así como entidades financieras y emporios empresariales internacionales. Pero el avance de la generación de datos ha avanzado a pasa agigantado haciendo necesario que este servicio trascienda no solo de grandes empresas sino a medianas y pequeñas empresas y Colombia no es la excepción. Por otra parte, el sector software y servicios asociados (sector TI) es considerado como uno de los sectores estratégicos y determinantes para el desarrollo económico de países con economías emergentes, debido a características como: ser generador de un alto valor agregado, propiciar un ambiente de investigación y desarrollo; y estar basado en conocimiento. (Min tic, 2016. Ves pem).

### Requisitos

(Jiménez n. p. 20) Afirma que: Para un manejo fluido de Big Data se requieren grandes anchos de banda. Esto no supone un gran problema teniendo en cuenta que en 2012 se calculó en torno a 11,3Mbps de ancho de banda que se prevé se multiplique por 3,5 para el año 2017 alcanzando unas cifras de hasta 39Mbps. Esto solo indica que los avances tecnológicos han sido coherentes con el consumo de la población y se ha venido cumpliendo con el servicio y se calcula adecuadamente el uso futuro. Gracias a esto es un punto a favor e incita a que Bigdata sea una solución viable.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Con Big Data se produce un gran avance, automatiza el proceso en gran medida. Permite analizar datos que antes eran almacenados sin saber bien el destino que correrían.

Con el uso de plataformas de Big Data en vez de bases de datos relacionales, se está permitiendo obtener una respuesta de los datos muy rápida, lo cual no quiere decir que la respuesta sea inmediata.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Ventajas

la plataforma Hadoop es una de sus principales ventajas, el tipo de datos con los que puede trabajar Big data es lo que identifica de otras técnicas de manipulación y procesamiento de datos. La diferencia con los métodos tradicionales de análisis de datos, es que este permite el trabajo conjunto con datos estructurados, semi-estructurados y no estructurados.

Profundizando en el tema de las ventajas es necesario citar lo dicho en El sitio web Siliconweek (como se cita en Cabezas. 2016. P.10) que “Las 5 ventajas competitivas que aporta Big Data hace mención a las siguientes:

- Implementación de mejoras tecnológicas que posibilitan la adquisición de datos y permiten descubrir necesidades y puntos de mejora en la compañía
- El análisis de los datos puede mejorar sustancialmente la toma de decisiones dentro de una compañía reduciendo al mínimo los riesgos.
- Facilita que las compañías evalúen sus productos mediante el análisis de datos, obteniendo información muy valiosa que les permite crear nuevos productos o rediseñar los ya existentes.
- Segmentación de los clientes para personalizar acciones. De esta manera las empresas pueden orientar sus servicios y satisfacer las necesidades de sus consumidores de forma específica.
- Mejora la accesibilidad y la fluidez de la información dentro de la propia empresa, creando una dinámica de trabajo más rápida y eficaz.

El crecimiento de las tecnologías de la información empezando por el cloud computing, que da paso al Internet de las cosas y por supuesto al Big data dicho de forma más teórica por (Torres 2012) Afirma que : El cloud computing es lo que hace posible que la tecnología digital penetren cada rincón de nuestra economía y nuestra sociedad, no solo permitiendo que los usuarios estén conectados a este nuevo mundo digital a través de sus dispositivos móviles, sino posibilitando que también lo esté en breve cualquier objeto o dispositivo, lo que se denomina Internet of things. Todo ello provocará una marea de información digital que requerirá de una capacidad de almacenamiento y procesado de magnitudes hasta ahora nunca vistas, fenómeno que se empieza a denominar big data. Esto no es más que una realidad que ya se encuentra en nuestro país y que solo nos genera oportunidades de crecimiento tanto profesionales como laborales y considero que esta es la ventaja más importante de proveer servicios de Big data la oportunidad de crecer conjuntamente con las empresas que dan el paso adelante y le dicen si a los avances tecnológicos.

## Desventajas

Para las empresas que han evolucionado y han decidido que su empresa siga a delante con el fin de conseguir metas más ambiciosas, suelen minimizar el riesgo de lo que ese cambio tecnológico genera, es decir lo más importante son los resultados que la inversión genera mas no se escatima ni los recursos necesarios para afrontar un proyecto de Big Data, así como también los costos asociados.

En mi opinión entre hay que plantear dudas e inquietudes, así como documentarse bien a cerca de la solución que requiere una empresa, pero entre más dudas se planteen más riesgoso será el proyecto. Al igual las acciones lentas, el esperar que otros lo usen para ver si funciona. Se debe tener en cuenta que, aunque sean empresas del mismo sector, la información no siempre es la misma por lo tanto su análisis es diferente y único.

A pesar de que el campo de servicios tecnológicos y la implementación de las tecnologías de la información a crecido desmedidamente, en algunos campos se han quedado cortos los profesionales que se necesitan para dar cubrimiento a la demanda, este es el caso del Bigdata y los científicos de datos.

“Por otro lado existe un problema muy importante para la sociedad: la privacidad y el control de la información. ¿Qué podría pasar si caen en manos ajenas todos nuestros datos personales?: consumo eléctrico diario, datos personales recopilados en internet, qué compramos, banca-online, que libros leemos, actividad diaria, datos genéticos de propensión a enfermedades, etc” (Monleon. 2015. Vol 20 No. 2 p.434). por esta razón tal vez la principal desventaja que presenta el uso de datos es la seguridad. Big Data se ve afectada por una gran cantidad de leyes que hacen que el trabajo con datos sea un tema realmente delicado.

López, 2012 (citado en Duque 2016. P 33) Afirma: Entre los principales problemas que trae consigo la implementación y uso del Big Data en una organización son los grandes costos que trae la instalación de software y hardware, la capacitación y el proceso de sensibilización del personal. Además, se puede generar una resistencia al cambio, debido a que el personal no conoce a fondo las ventajas que podría traer la aplicación y podrían verlo como una amenaza ante la posibilidad de mayor rotación de empleados. El desempleo sustitución del personal por maquinaria o tecnología es una gran amenaza en países como el nuestro, pues hasta ahora entre en un proceso ya avanzado por muchos y que tarde o temprano culminara en la cuarta revolución industrial. Siendo esta “la más completa centrándose en la arquitectura ciberfísica” ( Vijaykumar, Saravanakumar, Balamurugan 2015)

## TENOLOGIAS Y TÉCNICAS DE IMPLEMENTACION

Para abrir paso a las tecnologías y técnicas de implementación quiero traer a consideración el estudio realizado por ieee.es (2013) que considero aplicable a la investigación, esto nos demuestra los sectores que más demandan servicios de Bigdata y su nivel de importancia así:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Sectores	Características						
	Volumen de datos	Velocidad de los datos	Variabilidad en los datos	Utilización de Datos propios	Hardware	Software	Servicios
Financiero	Alta	Alta	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta
Comunicación y Medios	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta
Educación	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja	Baja
Gobierno (administración)	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
<b>Defensa</b>	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta
<b>Seguridad</b>	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Sanidad	Media	Alta	Alta	Media	Baja	Media	Baja
Seguros	Media	Media	Media	Baja	Alta	Baja	Media
Materias primas y producción	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Transporte	Alta	Alta	Media	Baja	Alta	Baja	Baja
Comercio	Alta	Alta	Media	Baja	Alta	Alta	Alta

<span style="color: red;">■</span>	Muy alta
<span style="color: orange;">■</span>	Alta
<span style="color: yellow;">■</span>	Media
<span style="color: lightblue;">■</span>	Baja
<span style="color: darkblue;">■</span>	Muy baja

Teniendo en cuenta esto, y conociendo ahora que existe la necesidad de utilizar servicios de Bigdata y considerando que ofrecer Servicios de Bigdata puede llegar a ser un negocio emprendedor y rentable en Colombia doy paso a las tecnologías y técnicas de implementación necesarias para brindar este servicio:

Según (IBM 2016) la Nube es más que simplemente una manera de gestionar costos o acelerar la prestación de servicios: es un camino esencial para el crecimiento del negocio. La Nube y Big Data & Analytics tienen el potencial de hacer que la información, los insights y la toma de decisiones estén al alcance de la gente, en el lugar y en el momento oportunos.

Hadoop es un sistema de código abierto que se utiliza para almacenar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos; cientos de terabytes, petabytes o incluso más. Con este sistema se abren múltiples soluciones a problemas que las compañías enfrentan día a día, puesto que con ello pueden desarrollar ofertas óptimas, mejorar su servicio al cliente, implementar sistemas para la detección de fraudes y establecer estrategias de

fidelización y relacionamiento con clientes a largo plazo. (Ayala, Londoño. 2017. P. 11). Este software funciona bajo servidores apache y plataformas de sistema operativo Linux.

(IBM 2016) La transición hacia la computación en la Nube también responde a la necesidad de que las soluciones de Big Data & Analytics tengan un rol más central en el mundo empresarial de la actualidad, para convertirse en un motor que ayude a impulsar el negocio”. Esto confirma lo mencionado anteriormente, las empresas deben evolucionar, pasar de los sistemas tradicionales lentos y estáticos, por sistemas evolucionados y comprometidos a los resultados que necesitan.

## Requerimientos

La implementación e instalación correcta de un servicio de Bigdata debe cumplir con requerimientos física como lógicos.

Recursos Físicos Mínimos:

Según (Jiménez J. 2017 p. 30) Afirma que:

“\*\*Un nodo amb 128GB de RAM @ 2400MHz, 80GB de SSD, 4 TB en los HDD i 2 Intel (R) Xeon (R) CPU E5-2609 v4 @ 1.70GHz de 8 colores.

\*\*Cinco nodos de 64 GB de RAM @ 2400MHz, 80GB de SSD, 4 TB en los HDD i 2 Intel (R) Xeon (R) CPU E5-2609 v4 @ 1.70GHz de 8 colores.”

Como se puede observar estos requisitos son bastante específicos y de una gran inversión económica.

En cuanto a la configuración lógica, se debe tener personal capacitado que instale lo siguiente:

\*\*Paquetes de datos

\*\*Configuración de clouster y passwords

\*\*Configuración de la xarxa (plataforma multimedia)

\*\* Configuración del sistema (Linux)

\*\* Instalación Ambari, software plataforma apache complemento Hadoop. Servidor y cliente.

\*\* Instalación Hadoop. Clouster. Mapreduce, minerías y complementos Bigdata.

Estos son algunos requisitos básicos que se describen para entrar un poco en el proceso de instalación teniendo en cuenta que dependiendo los procesos que requieran las empresas las plataformas pueden requerir algunos complementos adicionales.

## PROYECTO

Este Artículo nace al establecer el proyecto de brindar servicios de Bigdata en zonas o ciudades secundarias, que no tienen la facilidad de acceder a herramientas tecnológicas de alto costo e impacto para solucionar sus problemas de información.

El Bigdata y el cloud computing, son herramientas que han evolucionado para permitir el acceso a las medianas y pequeñas empresas de todos los sectores económicos con el fin de mejorar sus resultados gracias al análisis de la información.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Nuestro objetivo es brindar una solución a las necesidades de estas empresas sin tener que colocar en riesgo su estado financiero.

## Fases del Proyecto

El proyecto consta de varias fases en su desarrollo, las cuales son:

- Fase 1: Levantamiento de Requerimientos con las medianas y pequeñas empresas de los municipios de Ubaté y Zipaquirá que participan en el proyecto.
- Fase 2: Identificación de las necesidades de cada una de las empresas participantes.
- Fase 3: Presentación de la propuesta y creación del equipo interdisciplinario que participara en el proyecto.
- Fase 4: Capacitaciones al equipo.
- Fase 5: Capacitaciones a las empresas vinculadas en el proyecto.
- Fase 6: Presentación de las propuestas de aplicaciones de las herramientas de Big Data por parte de las empresas. En esta fase se realiza el estudio de estas para dar viabilidad a las propuestas.
- Fase 7: Desarrollo e implementación de las propuestas.
- Fase 8: Socialización de los resultados y medición del impacto obtenido en la implementación de las nuevas herramientas tecnológicas.

## CONCLUSIONES

La realización de este documento permitió conocer un poco más fondo, las ventajas, desventajas, necesidades y técnicas para implementar Bigdata. Conocer aspectos técnicos un poco más profundos con respecto a la temática y conocer más de cerca los procesos.

Kovalchuk, Zakharchuk, Liao, Ivanov, Boukhanovsky (2015) aseguran que: la tecnología de integración dinámica basada en DSL de las tareas de análisis de BigData dentro del entorno de computación en nube apunta a la implementación de una nueva forma de alto nivel de desarrollo de análisis científicos y tareas de descubrimiento con uso intensivo de datos.

La revolución digital ha hecho que dispositivos de cualquier tamaño y un sinnúmero de aplicaciones informáticas (ordenadores, teléfonos inteligentes, dispositivos digitales, sensores, micrófonos, cámaras, escáneres médicos, imágenes, redes sociales, etc) están presentes en nuestras vidas. (Monleon 2015)

Se puede llegar a concluir y coincidir con que “la clasificación de Internet Social de Cosas (SIoT) con bigdata map-reduce en el sistema. (...) Además, para mejorar la eficiencia del trabajo propuesto, Hadoop MapReduce tiene ha sido analizado para mapear los datos. Las características óptimas fueron

seleccionadas de la base de datos usando la naturaleza inspirada algoritmo para la clasificación de datos. (IEEE Access 2017). Más razones para confiar en la funcionalidad del Bigdata.

Se debe tener en cuenta que la finalidad del Bigdata no es solo recaudar la información teniendo en cuenta que (Rodríguez. 2017. p.19) afirma que: Este un error en el que suelen caer algunos directivos cuando creen superar la primera etapa de implementación de esta nueva cultura, ya que se percibe que se invierte demasiado esfuerzo simplemente en capturar la información y no el suficiente en sacarle provecho para mejorar el desempeño.” El objetivo luego de recaudar la información es que las empresas sean capaces de interpretar los resultados de los análisis realizados y tomen las decisiones necesarias para la optimización de los procesos. Ese es el reto de las empresas.

La plataforma Hadoop permite muchas funciones tal y como lo afirma (Sarmiento Hernández, Gómez. 2014): Hadoop, además también tiene la función de automatizar procesos y crear diferentes escenarios para Mapreduce, operaciones con archivos HDFS y scripts de Pig. Estas funciones lo convierten en una plataforma Muy útil adicionalmente que al ser gratuita facilite su uso.

Con todo esto podemos coincidir con una conclusión definitiva, Los descubrimientos producidos por el Big Data pueden desencadenar la transformación de la empresa, de sus productos e incluso del mercado. (Suriol.2014).

## REFERENCIAS

- [1]Adguezco Juan. *Implementación de big data en las organizaciones como estrategia de aprovechamiento de la información para incorporarla a la cadena de valor del negocio.* 2016. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/14411/1/rodrc%3%adguezcolmenaresjuanfernando2016.pdf>,
- [2]Boubiche Sabrina. *Artículo. Big Data Challenges and Data Aggregation Strategies in Wireless Sensor Networks.* 2018. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8353765/>.
- [3]Cabezas Jácome, John Steven, *Análisis comparativo de herramientas de software libre y propietario para la gestión de Big Data en empresas de comercialización masiva.*2015. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9750>
- [4]Duque Juan Camilo, Villa Eliana. *Big Data: desarrollo, avance y aplicación en las organizaciones de la era de la información.* Mayo 2016.Revista recuperada de <http://itmojs.itm.edu.co/index.php/revista-cea/article/view/953/871>
- [5]Espinosa Sergio. *Tesis: Generar un Marco de Referencia para Implementaciones de Big Data en Empresas de Telecomunicaciones, Caso de Estudio Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) E.P.* 2015. Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/3419>.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [6] Gomiz Miguel. *Revista científica: arquitectura tecnológica para big data. Artículo Del gobierno electrónico al big data: la digitalización de la gestión pública en Colombia frente al control territorial.* 2017 Recuperado de <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/opera/article/view/5128/6196>
- [7] González Iván. *Acceleration of Big Data/Hadoop applications using GPU's.* 2015 Recuperado de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/668517>.
- [8] Herrera Hernández, J. *Estudio de aplicabilidad de técnicas de Big Data en el streaming multimedia para la detección de eventos.* (2015). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/64852>.
- [9] IEEE. *Access. Artículo. Effective Features to Classify Big Data using Social Internet of Things.* 2018 recuperadp de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8349962>.
- [10] Jiménez Barquín, Noelia (2014). *BIG DATA: ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA PLATAFORMA HADOOP. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S.I. y Sistemas de Telecomunicación (UPM), Madrid.* Recuperado de <http://oa.upm.es/34779/>
- [11] Jimenez Joan. *Instal·lació, configuració i validació d'un clúster BigData*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10459.1/60072>
- [12] MONLEON-GETINO ANTONIO, *El impacto del Big-data en la Sociedad de la Información. Significado y utilidad.* Septiembre 2015. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/view/51392/47672>.
- [13] Santander Adrado, Iván, *Análisis y propuesta de arquitectura para garantizar seguridad en entornos Big Data.* Junio 2016 recuperado de <http://hdl.handle.net/10486/681157>.
- [14] Rodríguez Juan. *Implementación de Big Data en las organizaciones como estrategia de aprovechamiento de la información para incorporarla a la cadena de valor del negocio.* Recuperado de <http://hdl.handle.net/10654/14411>
- [15] Santander Maria C. *La aplicación de big data y arrendamiento operativo como potencial herramienta de fidelización de clientes en el sector de telecomunicaciones.* Recuperado de [https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/11809/ayalasantander\\_mariacristina\\_londo%c3%blorave\\_andresmauricio\\_2017.pdf?sequence=2&isallowed=y](https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/11809/ayalasantander_mariacristina_londo%c3%blorave_andresmauricio_2017.pdf?sequence=2&isallowed=y)
- [16] Sarmiento B., Universidad Simón Bolívar, Barranquilla-Colombia. *Herramientas y antecedentes Big Data*, 2014 Artículo recuperado de <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/2473>.
- [17] Vijaykumar S, Saravanakumar S, Balamurugan M. *Unique Sense: Smart Computing Prototype for Industry 4.0 Revolution with IOT and Bigdata Implementation Model.* 2016 Recuperado de <https://arxiv.org/abs/1612.09325>. Kovalchuk Sergey, Zakharchuk Artem, Liao Jiaqi, Ivanov Serguey, Boukhanovsky Alexander. *A Technology for BigData Analysis Task Description using Domain-Specific Languages* 2014. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/1404.4821>.
- [18] Zapata Heinner. *Modelo de gestión de costos en proyectos big data para Startups con enfoque PMI.* Recuperado de <http://hdl.handle.net/10654/14920>.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Digitalización de los criterios del DSM-V para el diagnóstico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad

Marco Antonio Pérez Torres  
Universidad Autónoma de Guerrero  
marco\_perez@uagro.mx

Arnulfo Catalan Villegas  
Universidad Autónoma de Guerrero  
catalanvillegas@gmail.com

Gustavo Adolfo Alonso  
Silverio  
Universidad Autónoma de Guerrero  
gsilverio@uagro.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El artículo describe una aplicación móvil que auxilia, asiste o ayuda a predecir el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) tanto a padres de familia como a profesionistas en el medio como psicólogos, psiquiatras o pediatras.

La aplicación móvil está basada bajo los criterios del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-V) [1] en su quinta edición, dicha versión es la más reciente lanzada en mayo del 2013. Este Manual es escrito y modificado por los Especialistas de la Asociación Americana de Psiquiatría (APA), que cada década se reúnen para mejorar los aspectos de diagnósticos.

La aplicación es una digitalización de los criterios que usan los especialistas para diagnosticar si un niño padece o no el TDAH en sus tres presentaciones.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para personas o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con ánimo de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita competa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlo en servidores o redistribuirlo en lista de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8° Congreso Internacional CICOM 2018, (11 al 13 de octubre de 2018), Taxco, Guerrero México.

Copyright©2018 Universidad Autónoma de Guerrero.

### ABSTRACT

The article describes a mobile application that helps, assists or helps predict Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) both parents and professionals in the field such as psychologists, psychiatrists or pediatricians.

The mobile application is based on the criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V) in its fifth edition, this version is the most recent one launched in May 2013. This Manual is written and modified by the Specialists of the American Psychiatric Association (APA), which meet every decade to improve the diagnostic aspects.

The application is a digitalization of the criteria used by specialists to diagnose whether a child suffers from ADHD in its three presentations.

### PALABRAS CLAVES

TDAH, Aplicación, Móvil, DSM.

### KEYWORDS

ADHD, Application, Mobile, DSM.

### INTRODUCCIÓN

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad mejor conocido como TDAH o ADHD en inglés, es un cuadro de carácter neurológico que afecta el correcto funcionamiento del cerebro.

La Asociación Americana de Psiquiatría explica que existen tres presentaciones del TDAH según los síntomas que el niño

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

manifieste [1]. Puede ser un Déficit de tipo Inatento, Déficit Impulsivo-Hiperactivo o un Déficit combinado como se muestra en la *figura 1*.



Figura 1. Clasificación del TDAH en sus tres presentaciones clínicas

El TDAH, se encuentra entre los primeros problemas de salud mental que afecta principalmente a la población infantil, a nivel mundial la prevalencia promedio del TDAH es del 5,29%, en Latinoamérica existen al menos treinta y seis millones de personas con este cuadro y menos de un cuarto de los pacientes se encuentran bajo tratamiento [2]. En México alrededor del 4% de la población preescolar sufre este trastorno, es decir, cerca de 1,500,000 niños [4].

Miriam de la Cruz Marcial, Psicóloga del Centro de Rehabilitación Integral Guerrero (CRIG), detalla que el TDAH es diagnosticado demasiado tarde [4] cuando en teoría este trastorno puede detectarse en edades de 4 años en adelante [1] o en algunos casos ni siquiera logran ser diagnosticados.

En la actualidad no existe una herramienta tecnológica que pueda ayudar a tener una proximidad de diagnóstico acerca del TDAH o en caso contrario, descartar este posible cuadro.

## OBJETIVO

Digitalizar los criterios del DSM-V en una aplicación móvil que se usan para diagnosticar el TDAH.

## METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE (MODELO DE CASCADA)

El primer modelo relevante dentro de la industria de software es el Modelo en Cascada (denominado así por la posición de las fases en el desarrollo de esta, que parecen caer en Cascada “por gravedad” hacia las siguientes fases) propuesto en 1970 [5].

Las fases que se plantean son y tal como se muestra en la *figura 2*:

- Análisis de requerimientos
- Diseño

- Desarrollo o codificación
- Pruebas
- Mantenimiento

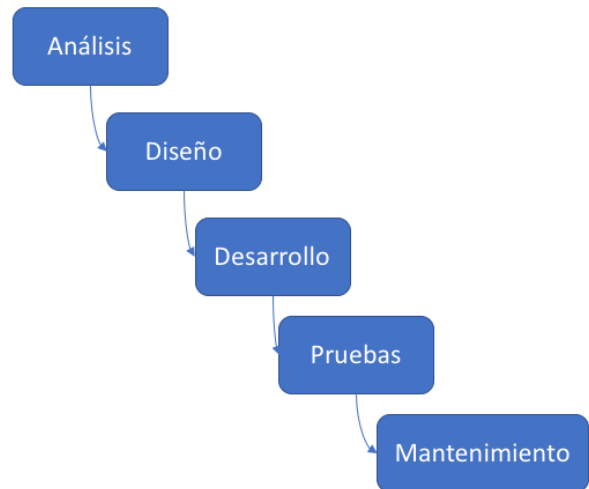


Figura 2. Planteamiento del Modelo de cascada

**Análisis de requerimientos:** Se han detectado los siguientes requerimientos.

1. El sistema debe permitir la identificación de usuarios.
2. Es obligatorio que tanto el nombre como la palabra de paso sean cumplimentados por el usuario.
3. Deberá comprobarse que el usuario y la palabra de paso se corresponden con un usuario con autorización ya habrá sido incorporada previamente.
4. Cuando no se haya introducido ningún valor para el nombre se mostrará el mensaje: “Debe rellenar la información solicitada”.
5. El sistema debe permitir que los usuarios registrados realicen un diagnóstico con el cuestionario DSM-V.
6. Los usuarios tendrán la opción de guardar el diagnóstico obtenido.

## Diseño

**Diseño de pantallas:** En la segunda Activity o pantalla secundaria está compuesta por cuatro botones, Ayuda, Diagnóstico, Que es el TDAH y cuáles son los síntomas.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

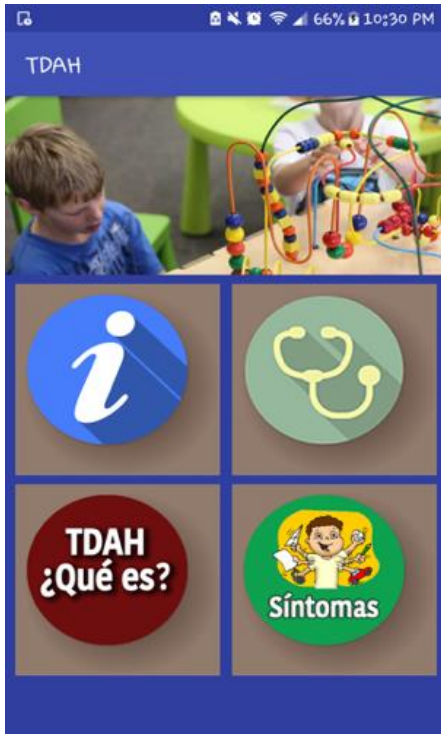


Figura 3. Interfaz gráfica del menú inicio

Como podemos observar en la *figura 3*, tenemos una interfaz de inicio con cuatro botones que nos ayudaran a interactuar con la aplicación, el botón que contiene el estetoscopio nos redirecciona a la siguiente actividad del cuestionario, el botón azul nos muestra la información acerca de cómo usar la Aplicación móvil, el botón color vino nos muestra información acerca del TDAH, y el botón verde nos indica cuales son los síntomas del Trastorno.

La *figura 4*, muestra una parte de los criterios del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales. En esta parte el usuario debe de seleccionar cuales son los criterios que, si padece el niño, para que al final del Diagnóstico arroje los resultados según los criterios elegidos.

Como ya se mencionó con anterioridad, existen tres posibles casos de TDAH, de acuerdo con lo seleccionado, es como se dará el resultado.

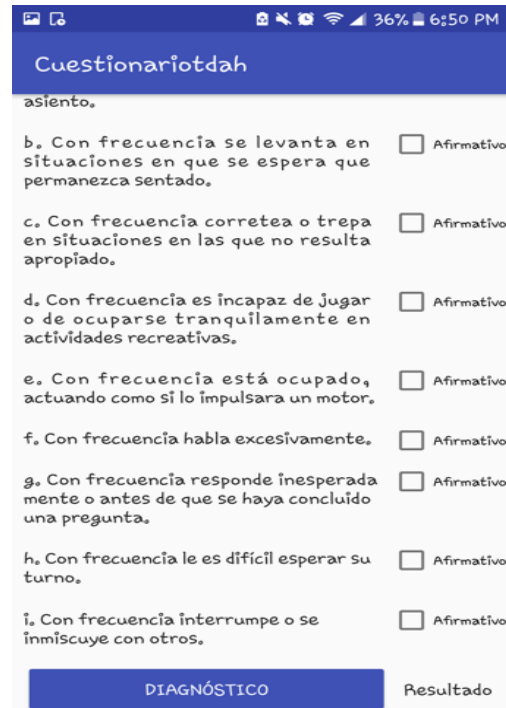


Figura 4. Criterios DSM-V

**Desarrollo o codificación:** Esta parte se llevó a cabo con la programación adecuada basada en Android Studio, la plataforma del sistema, que es codificado en Java, también se utilizó HTML5 que es parte del diseño de la aplicación.

**Pruebas:** Deberán realizarse las siguientes pruebas

1. Poner un nombre y una palabra de paso incorrecta, el resultado esperado es la pantalla Error3
2. Poner un nombre y una palabra de paso correcta, el resultado esperado es la pantalla Entrada
3. Seleccionar los criterios y que el sistema arroje un resultado

**Mantenimiento:** La aplicación se mantiene en constante actualización debido a que es propenso a fallas o errores en el sistema.

## RESULTADOS

Se hizo la aplicación por ende la App ayudo al especialista a tomar una decisión sobre el diagnóstico del niño. Y todos los casos el diagnóstico fue reconfirmado con niños que ya lo padecían.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

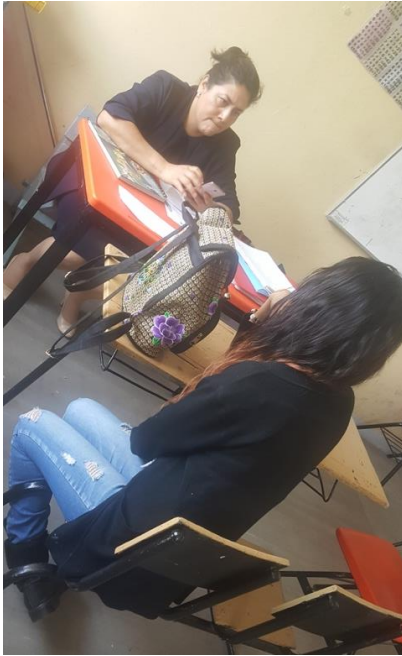


Figura 5. Utilización de la App por Psicóloga de la Primaria Primer Congreso de Anáhuac

Como ya se mencionó, en la figura 5 la aplicación la uso la psicóloga de la escuela primaria para que le ayudara a tomar una decisión acerca del diagnóstico del niño.

## CONCLUSIONES

Se comprobó la gran utilidad de la digitalización de una herramienta tecnológica que ayuda al Psicólogo, Psiquiatra, Maestro o Padre de familia a diagnosticar si un niño padece el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad.

La construcción de una herramienta dedicada al diagnóstico del TDAH contribuye a hacer más eficaz este proceso y asiste de manera significativa al especialista.

Los psicólogos de la escuela Primaria Anáhuac se han sentido muy cómodos con la utilización de la Aplicación respaldando el

uso, ya que no requiere de mucho tiempo para determinar un diagnóstico.

## REFERENCIAS

- [1] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). (2002). Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales DSM-IV-TR. Barcelona: Masson.
- [2] De la Peña F, Palacio JD, Barragán E, Declaración de Cartagena para el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH): rompiendo el estigma. Rev. Cienc. Salud 2010; 8 (1): 93-98
- [3] Ma. Del Pilar Poza Díaz, Ma. Victoria Valenzuela Moreno, Dalia Becerra Alcántara. (2007). Epidemiología. En Guía clínica Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad(29). Secretaria de Salud, México.
- [4] (Miriam de la cruz Marcial. Comunicación personal, 2017, Diciembre 3).
- [5] Carlos G. (2015). Adaptación de las Metodologías Tradicionales Cascada y Espiral para la Inclusión de Evaluación Inicial de Usabilidad en el Desarrollo de productos de Software en México. (Tesis de Maestría). Universidad Tecnológica De La Mixteca. Oaxaca.
- [6] E. Cardo. (2007). Valor predictivo de los criterios del DSM-V en el diagnóstico del trastorno por déficit de atención. Rev. Neurol.
- [7] E. cardo .(2005). Prevalencia del trastorno de déficit de atención e hiperactividad. Rev. Neurol.
- [8] Rief, S. F. (2008). Cómo tratar y enseñar al niño con problemas de atención e hiperactividad: técnicas, estrategias para el tratamiento del TDA/TDAH (No. 616.89-008.47). Paidós.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Equipos distribuidos: Una tendencia palpable en el desarrollo de software

Sandra Marcela Guerrero  
Calvache

Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto, Colombia  
+57 316 373 9090

marcelaguerrero1396@gmail.com

Gonzalo José Hernández  
Garzón.

Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto, Colombia.  
+57 300 608 0980

GonzaloHernandez  
@udenar.edu.co

Alexander Barón  
Salazar

Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto Colombia  
+57 300 816 4282

abaronsa@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Actualmente la construcción de software distribuido se ha convertido en una tendencia que ha propiciado grandes oportunidades en la comunidad desarrolladora. Es por eso que el presente artículo detalla la formulación de una práctica de desarrollo de software aplicable a equipos que trabajan de manera global, es decir, sin ninguna restricción de tiempo y espacio.

La investigación realizada fue clave para indagar las dificultades que dichos equipos vivencian durante la etapa de codificación y las ventajas de construir software de manera colaborativa. En base a este análisis, se define una práctica cuyo objetivo principal es el de contribuir a que este tipo de equipos puedan organizar mejor sus actividades, asignar de manera eficaz los roles a desempeñar y emplear ciertos recursos como apoyo a la realización de su trabajo. Dicha práctica es representada a través del núcleo de SEMAT, siendo esta última una comunidad formada por profesionales cuyo objetivo es consolidar un conjunto de constructos teóricos que unifiquen a la Ingeniería de Software de manera universal.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### ABSTRACT

Currently the construction of distributed software has become a trend that has led to great opportunities in the development community. That is why this article details the formulation of a software development practice applicable to teams that work globally, that is, without any restriction of time and space.

The research carried out was key to investigating the difficulties that these teams experience during the coding stage and the advantages of collaborative software construction. Based on this analysis, a practice is defined whose main objective is to help this

type of teams to better organize their activities, assign effectively the roles to be played and use certain resources to support the performance of their work. This practice is represented through the core of SEMAT, the latter being a community formed by professionals whose objective is to consolidate a set of theoretical constructs that unify Software Engineering in a universal way.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Collaboration in software development:** Programming teams.  
**Software development process management:** Software development methods

### Términos Generales

Desarrollo de software en equipos distribuidos, ingeniería de software, SEMAT.

### Palabras clave

Práctica de Desarrollo de Software, Desarrollo global de software, equipos distribuidos, tiempo, espacio, SEMAT, alfas, espacios de actividad, competencias, recursos de trabajo.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Keywords

Software development practices, global software development, distributed team, time, space, SEMAT, alphas, activity spaces, competencies, resources.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de software global es una tendencia en ingeniería de software que se ha vuelto más popular con el paso de los años permitiendo así crear proyectos innovadores a gran escala, contando con el talento y habilidades de muchas personas del mundo para lograr con dicho objetivo. Este tipo de circunstancias ha permitido establecer lo importante que es crear software de manera grupal, sin ninguna restricción de tiempo o espacio. Sin embargo, actualmente no se cuenta con una práctica de desarrollo de software que encamine de manera objetiva a los equipos a organizar sus actividades cuando estás no se hacen de manera presencial, sino que son realizadas remotamente permitiendo una mejor coordinación en sus tareas conjuntas, el acoplamiento entre los componentes y la interacción de los participantes de forma asertiva y cooperativa.

Las diferentes dificultades que se presentan en los equipos de desarrollo de software que trabajan cara a cara son claramente evidenciadas en los equipos globales, además de las diferencias culturales, sociales, geográficas y temporales que son propias del contexto. Es por eso que en este artículo se definen dichos problemas y se busca la mejor solución para aquellos que se relacionan directamente con la etapa de codificación. El complemento perfecto a la formulación de la práctica de desarrollo de software es representarlo a través del núcleo de SEMAT.

SEMAT es una organización formada por profesionales que ha traído la perspectiva de consolidar un conjunto común de elementos que contribuyan a formar un lenguaje simple y entendible para toda la comunidad de Ingeniería de software generando medidas específicas que no dependan de un método particular sino por el contrario se traslade al uso de prácticas que fomenten el crecimiento de mejora para el equipo de desarrollo y la estructuración de ideas globales que sirvan como sustento teórico científico. SEMAT representada a través de su estándar Essence destaca cuatro elementos importantes en la Esencia de la Ingeniería de software: los métodos, las prácticas, el núcleo y el lenguaje.

En base a este lineamiento la investigación pretende ser orientada a contribuir no solo a los equipos de desarrollo global sino al núcleo de SEMAT permitiendo que la práctica se estandarice en base a estos criterios y pueda propiciar el trabajo colaborativo.

## OBJETIVOS

Los objetivos propuestos a lo largo de la investigación son:

### Objetivo General

Definir una práctica de desarrollo de software para equipos que trabajan en diferentes contextos de espacio y tiempo utilizando los principios de SEMAT.

### Objetivos Específicos

- Determinar los factores y las dificultades que presentan los equipos de desarrollo de software cuando estos trabajan en diferentes contextos de tiempo y espacio.
- Analizar información sobre modalidades de trabajo existentes que se relacionen con el desarrollo de software de manera distribuida.
- Establecer los roles, actividades y herramientas a involucrar dentro de la práctica de desarrollo de software aplicable a estos contextos y asociarla a los principios de SEMAT.

## METODOLOGÍA, PROCESOS DE DESARROLLO Y RESULTADOS

La metodología empleada siguió su curso en base a los objetivos generales y específicos propuestos hasta obtener los resultados deseados y consolidar al estudio como algo fuertemente soportado gracias a información recolectada durante todo el proceso.

A continuación, las fases de la investigación:

*Identificación de los factores y dificultades que se presentan por desarrollar software en diferentes espacios y tiempos.*

En esta parte de la investigación se establecieron cada uno de los factores tanto positivos como negativos que influyen en el desarrollo de software sin restricciones de tiempo y espacio. Frente a esto, se hizo en primer lugar una encuesta a equipos de desarrollo presenciales de la Ciudad de San Juan de Pasto, Colombia, que compartieron su opinión acerca del tema y lógicamente sobre la forma de trabajo que estos llevan día a día, definiendo así algunos posibles problemas y elementos tanto positivos como negativos que podrían relacionarse. Asimismo, se acompañó con las lecturas de documentos bibliográficos y antecedentes relacionados con equipos de desarrollo que trabajan de manera remota. La consolidación de estos ítems contribuyó a establecer con mayor exactitud los elementos claves a abarcar para la estructuración de la práctica.

### Factores encontrados por Estudio de Campo

El objetivo principal del estudio de campo era el de determinar la importancia que tiene para los miembros del equipo de desarrollo de software, el trabajar conjuntamente sin ninguna restricción de tiempo y espacio.

Para esto se efectuó una encuesta de once preguntas donde la población objeto de estudio fueron centros, empresas y equipos de desarrollo de Software de San Juan de Pasto, Colombia de las cuales se seleccionó como muestra (62 participantes). Al ser un

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

### XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

muestreo no probabilístico de tipo intencional se tuvo en cuenta criterios de aceptación en cuanto a la selección de los centros y/o empresas de desarrollo como:

- Que cuenten con personas que hayan desempeñado labores en desarrollo de software.
- Que tengan la disposición por colaborar en el objetivo del estudio.
- Que manifiesten algún tipo de interés por la investigación.
- Que quieran apoyar voluntariamente a proyectos de índole académica.

Para el análisis de los resultados obtenidos tras efectuar la encuesta, este fue de manera cualitativa y univariado descriptivo.

Frente al estudio efectuado se abarcó el análisis de las ventajas y desventajas de trabajar de manera remota.

En cuanto a los aspectos positivos se encontró que la flexibilidad de horarios era una de las que encabezaba la lista ya que permitía una mejor administración del tiempo. El ahorro en movilidad junto con el trabajo en casa era otra de las situaciones que veían favorables generando adicionalmente un ahorro en dinero, espacios cercanos más con la familia o amigos y comodidad para trabajar desde el lugar que se desee.

Por el lado de aspectos negativos se identificó principalmente la ausencia de coordinación y control de trabajo, además de que esto impide tomar decisiones de forma inmediata y que la comunicación entre los participantes se vea un poco limitada.

#### Factores encontrados por revisión documental

En cuanto a la revisión bibliográfica se obtuvo fuentes que también consideran el desarrollo remoto como una tendencia del momento que está evolucionando y requiere transformaciones que puedan favorecer a todos los involucrados.

**Desarrollo Global de Software (GSD).** Siendo un fenómeno muy conocido por orientarse al trabajo distribuido de equipos de desarrollo de software ubicados en diferentes posicionamientos geográficos, caracterizándose por enfrentar desafíos relacionados con distancia, tiempo y cultura [1] [2]. GSD actúa de manera latente en la industria del software el cual viene de la mano con la ejecución de procesos flexibles, que sean aceptadas por el equipo, que con sus experiencias y su conocimiento puedan aportar al crecimiento del proyecto y lógicamente el aprendizaje adquirido sea enriquecedor al relacionarse con personas de otros lugares del mundo.

GSD resalta algunos de los elementos a considerar. Entre estos se encuentran los aspectos culturales, étnicos y sociales que se interponen entre los involucrados, así como la comunicación que puede fluir entre ellos y puede verse afectada por algún tipo de malinterpretación o mismas manifestaciones propias del lenguaje nativo.

Otro aspecto a detallar es la distribución y asignación de actividades de acuerdo a los roles y responsabilidades de los participantes y tomando en cuenta las capacidades de cada uno en el área que mejor se desempeña.

Finalmente, GSD resalta los derechos de propiedad intelectual, principalmente respetando claramente los aportes de la comunidad de desarrollo y acogiendo los principios legales que cada nación posea.

**Scrum Distribuido.** Scrum hace una pausa a su metodología habitual muy utilizada por cierto por muchas organizaciones para adaptarla de cierta manera a los equipos que trabajan de manera distribuida.

En base a los principios de Scrum en cuanto a sus Daily Meeting face to face, esta toma como principales dificultades la comunicación siendo un factor importante para obtener resultados exitosos, las diferencias culturales, de lenguaje y lógicamente la diferencia geográfica temporal [3].

#### Análisis de los factores que afectan al desarrollo de software dependiendo de la interacción con el equipo de trabajo

Vale la pena resaltar que dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto software que se tenga es como el equipo debe buscar la mejor forma de trabajar e integrarse colaborativamente por alcanzar dicho ideal.

El equipo debe fomentar una participación activa en todo aspecto, cultivando siempre la posibilidad de enlazarlo con un ambiente integral y bastante cooperativo. Roger Pressman [4] define a un equipo con características como la confianza, el talento y la unión promoviendo así un ajuste de habilidades y destrezas aptas para trabajar colectivamente.

Sin embargo, a pesar de la persistencia por lograr los objetivos, existen muchas adversidades que ponen al equipo a superarlas de la mejor manera, circunstancias que pueden fracturar la relación y el entorno, pero que deben ser tratadas a tiempo para que no produzcan efectos colaterales.

- Mala asignación de roles y responsabilidades, lo que generaría que no se distribuya bien las funciones de cada persona.
- Ambiente desentendido, en donde cada quien hace lo que quiere sin tener en cuenta la valoración del otro para una posible sugerencia o mejora.
- No se tienen estrategias que controlen la posibilidad de un fallo de un integrante del equipo por cualquier tipo de eventualidad.
- Falta de motivación en el equipo para promover el talento y la participación en la decisión de elegir libremente la tarea en la cual se sienta más cómodo y pueda llevarla a cabo con un alto grado de satisfacción.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Carencia de técnicas que alimenten la comunicación y coordinación entre los participantes.
- Mala administración de la información concerniente al proyecto, ocasionando el desconocimiento en ciertas fases o la ignorancia en la funcionalidad de cierto componente.

Cabe aclarar que, en condiciones remotas entre los integrantes del equipo, estas situaciones pueden influir aún más en cada actividad que se realice y pueden provocar que el desempeño y rendimiento de estos sea cada vez menor si no se toma las medidas necesarias para aliviar dichos problemas.

## *Identificación de pautas y modelos existentes que contribuyan a la definición de la práctica.*

Una vez analizados todos los factores tanto positivos como negativos que involucran el desarrollo de software de manera distribuida a través del estudio de campo efectuado en equipos y junto con el análisis de documentación bibliográfica, la investigación avanza a su siguiente fase, a través de la de formulación de una práctica de desarrollo de software que permita resolver de manera efectiva los problemas de coordinación, comunicación entre los participantes, planificación de tareas y toma de decisiones presentes en estos contextos.

La práctica nace de la necesidad de tener una forma de trabajo que involucre totalmente el desarrollo de software sin restricciones de tiempo y espacio y que se enfoque en resolver de la mejor forma posible las dificultades presentadas. Esta busca incluir exclusivamente la etapa de codificación. La etapa de ingeniería de requisitos, el análisis y diseño no se abarcará dentro del estudio puesto que se recomienda al igual que en [5] estas se hagan lo más cercanas al cliente y no de manera distribuida para estar sujeta al control de cambios que pueda presentarse.

Las pautas para formular la práctica se hicieron en base metodologías o modelos existentes que podrían relacionarse de alguna u otra manera con el desarrollo de software colaborativo resaltando:

**Empleo de un modelo descentralizado – controlado dentro del equipo.** Es una práctica que orienta a realizar las actividades formando equipos más pequeños de tal manera que cada uno tenga su propio un líder el cual mantendrá una comunicación vertical con el jefe de todo el proyecto quien tendrá al mando la administración y regulación de las operaciones principales del [4].

**Desarrollo de Software basado en componentes.** Se trata de un modelo muy comúnmente empleado para entornos abiertos cuyo objetivo principal es la reutilización de componentes en diferentes contextos para los que haya sido creado permitiendo así la creación de sistemas más potentes y verdaderamente robustos [6].

## *Definición de los elementos que conforman la práctica de desarrollo de software.*

La práctica al ser un marco de trabajo para desarrolladores de software pretende ser aplicada en el contexto donde los participantes colaboren en el proyecto, pero no necesariamente de manera presencial. Es por eso que se ve relevante tener en cuenta los actores y actividades que cada uno realice, así como también las herramientas que pueden ser aptas para este tipo de entornos.

## Elementos del sistema software

En la investigación se ha definido que el producto software a desarrollar dentro de un proyecto se dividirá de acuerdo a:

**Funcionalidades.** Conjunto de características que hacen que el software sea apto para satisfacer una necesidad expuesta por un cliente. Aquí se especifican las generalidades que tiene el sistema.

**Procesos.** Conjunto de actividades que se realizan de manera interrelacionada para lograr un objetivo y que contribuyen a consolidar las funcionalidades del sistema.

**Componentes.** Es un elemento parte clave de un proceso del sistema el cual tiene una función específica a realizar y donde un colaborador participará en su desarrollo.

## Actores y Roles

Los actores y roles a involucrar dentro de la práctica de desarrollo de software se resumen a continuación.

**Líder del proyecto.** Persona a cargo de la totalidad del proyecto manejando un alto grado de liderazgo dentro del equipo y con fuertes estrategias para promover un excelente desempeño en las actividades a realizar. Su rol se enfoca en dirigir el proyecto de software frente a los jefes de zona y colaboradores con alto grado de responsabilidad, partiendo de unos requisitos otorgados por un cliente.

**Jefes de Zona.** Persona capaz de propiciar el control, seguimiento de actividades y que opere como nodo de control dentro de la zona asignada al fin de mantener el orden y la coordinación necesaria entre los participantes. Su rol se orienta en mantener un fuerte enlace de comunicación tanto con el líder del proyecto para garantizar la regulación y la adecuada implementación de cada uno de los componentes del sistema como con los colaboradores para la pertinente asignación de actividades.

**Colaboradores.** Grupo de personas que interviene directamente en el proyecto y que con su conocimiento aportan líneas de código dentro del mismo de manera significativa. Su rol se enfoca en propiciar una relación participativa con el jefe de zona y trabajar colaborativamente con el resto del equipo.

## Conformación de los equipos de trabajo

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El líder del proyecto tendrá a cargo un grupo de personas que serán los encargados de realizar la codificación de manera distribuida. Dentro de ese grupo se establecerán dos tipos de roles: los jefes de zona y los colaboradores.

El jefe de zona será aquel que estará cargo de un grupo de desarrolladores en un rango de horario similar y se encargará conjuntamente con ellos de sacar adelante un determinado proceso del sistema. Para el caso de los colaboradores serán personas que estarán a cargo de un jefe de zona y trabajaran aportando líneas de código al componente por el cual les fue otorgado.

Como los participantes estarán trabajando desde diferentes localidades y quizá con diferencia horaria, la idea es consolidar subequipos de mínimo dos personas y máximo cinco. Esto permitirá que la comunicación y la interacción sea más fácil que al tener un grupo más grande de personas.

## Herramientas de apoyo

Gracias a la evolución que las TIC han tenido constantemente, se pueden encontrar grandes herramientas que contribuyen a la realización del trabajo de una manera más rápida y versátil. En el desarrollo de software distribuido se evidencia la necesidad de hacer uso de estas aplicaciones tanto para la coordinación de tareas como para mantener una comunicación permanente con el equipo. En la siguiente tabla se relacionan algunas herramientas existentes que pueden funcionar de manera adecuada en dichas circunstancias y sacarle el máximo provecho.

Tabla 1. Herramientas de apoyo al desarrollo de software distribuido.

Tipo de Herramienta	Nombre Herramienta
Herramientas para la comunicación	Slack, Stride, Skype
Herramientas para la gestión de actividades	Trello, Jira Software, Basecamp
Herramientas para la administración de repositorios	GitHub, Bitbucket.

## Actividades

Una vez definidos los elementos que involucrará la práctica se continua por listar las actividades que relacionará y organizará el trabajo en los equipos cuando estos desarrollan software sin restricciones de tiempo y espacio. Estas son:

**Definición de las funcionalidades, procesos y componentes del sistema.** El proyecto de software se dividirá en base a funcionalidades, procesos y componentes. Las funcionalidades describen esas necesidades que el sistema debe satisfacer para que el cliente este conforme con el trabajo que se realice. Dichas funcionalidades permitirán identificar los procesos del sistema

los cuales contienen los componentes que cada colaborador implementará.

**Detallar las variables de entrada y salida que cada componente tendrá.** Esta actividad permitirá especificar tanto los parámetros de entrada que recibirá como los parámetros de salida que cada uno de estos deberá retornar, las conexiones con bases de datos, si las tuviera, las interrelaciones con algunas dependencias, entre otras características que permitan que la integración con el resto de componentes sea fácil, rápida y oportuna.

**Especificar el modelo y diseño de cada componente.** Esta especificación permitirá que el colaborador comprenda más fácilmente lo que debe hacer y no cometa ciertos errores al momento de codificar.

**Establecer los lenguajes de programación y plataformas de desarrollo a emplear.** Esta actividad puede verse apoyada con la definición de un estándar que permita determinar que lenguajes y plataformas se van a usar durante el desarrollo del software.

**Especificar la forma de presentación del código fuente.** Esta actividad puede verse apoyada con la definición de un estándar de codificación que permita esclarecer como se debe codificar cada componente propiciando su homogeneidad.

**Proporcionar el estándar para el manejo de documentación por cada componente.** La documentación es muy importante en cada componente software que se esté realizando puesto que servirá como guía de manejo para usuarios finales.

**Asignación de procesos a las zonas consolidadas.** Una vez se cuenta con toda la información referente a lo se va a desarrollar, el líder del proyecto transfiere a cada jefe de zona un proceso el cual incluirá los componentes que se codificaran. Este será quien distribuya entre sus colaboradores dichas tareas que a su vez contribuirán a lograr de manera conjunta el objetivo deseado.

**Asignación de componentes a los colaboradores de la zona.** Cada colaborador se encargará de un componente a la vez, el cual será efectuado por selección propia, sintiéndose a gusto de implementarlo y para que pueda trabajar competentemente en este.

**Revisión del modelo y la plantilla de información del componente.** En esta actividad, el jefe de zona entrega a cada colaborador la información respectiva al componente que va a desarrollar, junto con los diseños, modelos o diagramas que se relacionen con el fin de que este conozca claramente todo lo que involucra.

**Codificación del componente.** El colaborador una vez comprendido todo lo que debe realizar el componente, este procede a codificarlo en base a las pautas anteriormente establecidas en los estándares de trabajo.

**Reutilización de código fuente.** La reutilización de código fuente debe ser una prioridad para trabajar dentro del proyecto,



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

así como el conocimiento que puedan compartir para hacer posibles mejoras o sugerencias.

**Entregas parciales del componente de software.** El jefe de zona estimará un tiempo aproximado en la realización de cada componente y cada desarrollador estará de acuerdo en si este es pertinente para hacerlo.

**Realización de pruebas unitarias al componente.** La realización de pruebas unitarias en cada componente de software deberá estar a cargo de cada colaborador y deben ser ejecutadas independientemente y sin importar el entorno de programación que se esté utilizando.

**Entrega final del componente.** La entrega final del componente que hará el colaborador deberá ser entregada a su respectivo jefe de zona quien se encargará del acoplamiento general del proceso. Para dichas entregas se hará uso de las TIC.

**Entrega de la documentación del componente.** El colaborador deberá entregar al jefe de zona además de un componente funcional, la documentación respectiva que lo relaciona en base al estándar proporcionado.

**Integración de componentes.** Cada colaborador hará entrega al jefe de zona del componente de software asignado, con su respectiva documentación y una vez se encuentre validado por las pruebas unitarias realizadas.

El jefe de zona será el encargado de acoplar todos los componentes desarrollados por sus colaboradores encargándose además de la codificación resultante para enlazar cada componente uno a otro en caso de que estos tuviesen una interdependencia. Los parámetros de entradas, salidas e interrelaciones que se definieron en un comienzo son las pautas claves para propiciar dicha integración.

Al concluir con el objetivo, el conjunto de componentes formará el proceso que fue asignado a la zona y una vez este se encuentre consolidado, el jefe de zona lo entregará al líder el cual con ello obtendrá el porcentaje de avance del proyecto total.

## Representación de la práctica de desarrollo de software para equipos distribuidos en base al núcleo de SEMAT

SEMAT fue creada tras la iniciativa de Ivar Jacobson en el año 2009. Es una comunidad de alrededor de 2000 personas que ha ganado reconocimiento de talla internacional la cual cuenta con el apoyo de diversas empresas y organizaciones, centros de educación superior y profesionales, justamente para trabajar en conjunto por consolidar una teoría que soporte la Ingeniería de Software y principios hacia la realización de mejores prácticas. [7]

SEMAT tiene dos principios fundamentales los cuales los expresa a través de su estándar Essence y son:

- Encontrar un núcleo común de elementos aceptados.

- Definir una teoría sólida que soporte a la Ingeniería de Software.

SEMAT a través de su estándar Essence consolida un marco de pensamiento que involucra reestructurar la Ingeniería de Software y mejorar los métodos que se relacionan.

Dicho estándar contiene cuatro elementos importantes: los métodos, las practicas, el núcleo y el lenguaje.

En esta sección solo se abarca la parte del núcleo el cual fue la base para representar la práctica de desarrollo de software para equipos distribuidos.

El núcleo de SEMAT pretende es proporcionar un conjunto de elementos que permitan establecer de mejor manera las prácticas de desarrollo de software y definirlo de la mejor manera. Dichos elementos se precisan tres áreas relevantes: la parte del cliente, la de solución y la de esfuerzo [8].

Estos son las alfas las cuales dimensionan el esfuerzo de ingeniería de software de un equipo; los espacios de actividad que se definen como las cosas que siempre hacemos y complementan cada una de las alfas y las competencias las cuales resaltan las capacidades o habilidades que se tienen para realizar una actividad que implique trabajo.

## Representación gráfica de la práctica.

En base a los conceptos mencionados, se prosigue a clasificar cada una de las actividades que se mostraron en secciones previas en base los alfas, espacios de actividad que propone el núcleo de SEMAT, competencias, al igual que se toman en cuenta productos de trabajo e insumos empleados.

Como la práctica está en el área de solución, estas se representan gráficamente por un rombo de color amarillo y cuyo nombre se encuentra en el interior de esta.

Los resultados obtenidos de cada espacio de actividad en relación con todos los elementos de la sintaxis gráfica se muestran de la figura 1 a la 3.

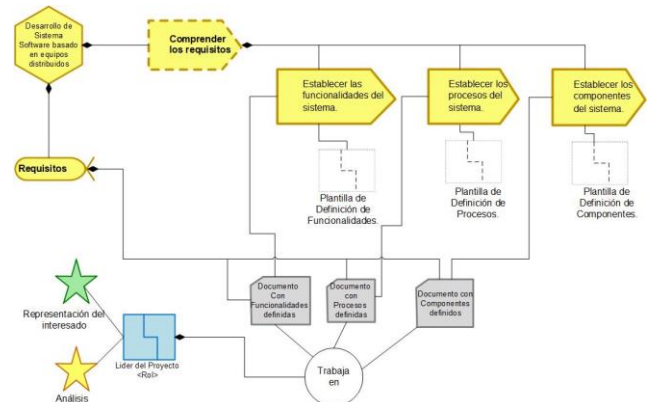


Figura 1. Representación gráfica del espacio de actividad ‘Comprender Requisitos’, con actividades, recursos, productos de trabajo, roles y competencias.

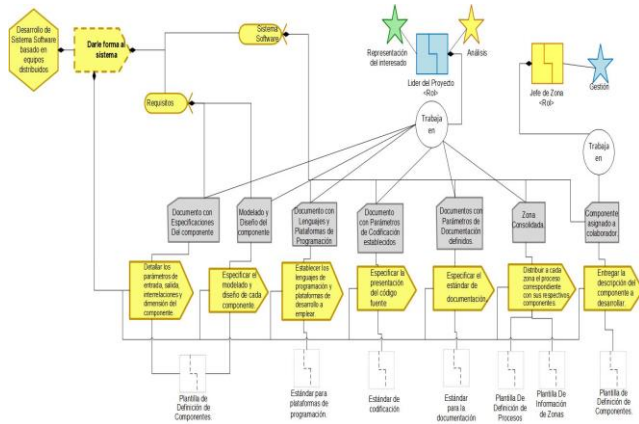


Figura 2. Representación gráfica del espacio de actividad ‘Darle forma al sistema’, con actividades, recursos, productos de trabajo, roles y competencias.

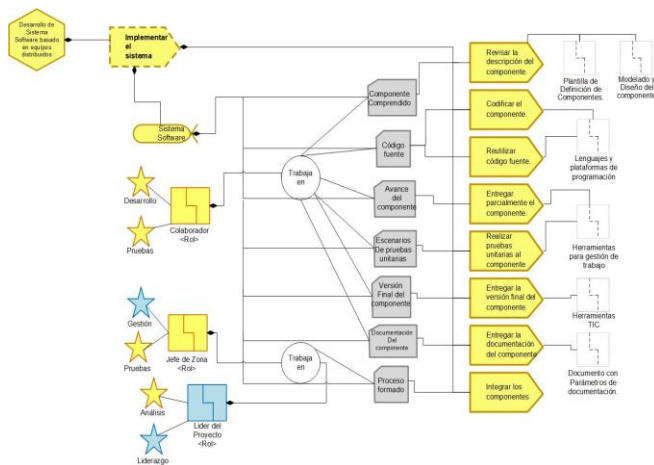


Figura 3. Representación gráfica del espacio de actividad ‘Darle forma al sistema’, con actividades, recursos, productos de trabajo, roles y competencias.

## CONCLUSIONES

La investigación contribuyó a determinar como el trabajo en equipos de desarrollo de software en este tipo de contextos es muy frecuente hoy en día, permitiendo que cada tarea se haga desde el lugar que se desee, a cualquier hora del día y de manera colaborativa.

La necesidad de formular una práctica de desarrollo de software que abarque estas circunstancias permitió establecer la importancia de coordinar el trabajo en equipo cuando se hace de manera distribuida, utilizar como apoyo las diversas herramientas tecnológicas existentes y propiciar que cada participante ponga a prueba sus para cumplir con cada objetivo que se le plantee.

La comprensión de las alfas, espacios de actividad y competencias expuestas dentro del núcleo de SEMAT permitieron organizar las actividades mencionadas junto con el resto de elementos propuestos por el núcleo. Para el caso específico, la práctica abarcó dentro de SEMAT el área de interés de Solución donde se involucró las alfas de Requisitos y Sistema Software evidenciando un cambio de estados entre cada uno y generando una propuesta mucho más robusta y acorde a las necesidades en este tipo de equipos.

## AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Nariño por el apoyo financiero recibido a lo largo de este proyecto. De igual forma agradecemos el apoyo del Departamento de Sistemas y del grupo de Investigación GRIAS durante este proceso.

## REFERENCIAS

- [1] Software Guru, «Desarrollo Global de Software.» [En línea]. Available: <https://sg.com.mx/content/view/1038>. [Último acceso: 10 Febrero 2018].
- [2] Desarrollo Global de Software. [Película]. T3chFest, 2014.
- [3] R. Herranz, N. Mamoghli, S. Yazzi, J. M. Vera, S. Arauzo, V. Ratón y M. Salas, «Scrum Distribuido, Trabajo de Investigación,» 14 Junio 2011. [En línea]. Available: [http://www.scrummanager.net/files/scrum\\_distribuido.pdf](http://www.scrummanager.net/files/scrum_distribuido.pdf).
- [4] F. J. R. MORALES, «Prácticas, Metodologías Y Herramientas Para La Gestión Y Ejecución De Proyectos De Desarrollo De Software Que Utilicen Equipos De Trabajo Geográficamente Distribuidos,» 2008. [En línea]. Available: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/1420/502313.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [5] E. Cesar, «¿Qué es GSD - Desarrollo de Software Global?,» 6 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.cxo2cio.com/2015/04/que-es-gsd.html>.
- [6] L. Fuentes, J. M. Troya y A. Vallecillo, «Desarrollo de Software Basado en Componentes,» [En línea].
- [7] Carlos Mario Zapata Jaramillo, «La Esencia de la Ingeniería de Software,» 12 Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/redisla/ReLAIS/relais-v1-n3-p-71-78.pdf>.
- [8] Object Management Group, «Essence - Kernel and Language for Software Engineering Methods.,» 2 Diciembre 2015. [En línea].



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Metodología Scrum utilizada en asesorías de tesis para alumnos de ingeniería

Blanca Alicia Rico Jiménez

Instituto Politécnico Nacional,  
UPIITA, Av. IPN No.2580 Col. La  
Laguna Ticomán, G. A. Madero.  
México, D.F., C.P. 07340  
bricoj@ipn.mx

Paola Nayeli Cortez Herrera

Instituto Politécnico Nacional, UPIITA,  
Av. IPN No.2580 Col. La Laguna  
Ticomán, G. A. Madero. México, D.F.,  
C.P.07340  
pcortez@ipn.mx

Maricela Serrano Fragoso

Instituto Politécnico Nacional, UPIITA,  
Av. IPN No.2580 Col. La Laguna  
Ticomán, G. A. Madero. México, D.F.,  
C.P.07340  
mserranof@ipn.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El desarrollo de proyectos de tesis no es una tarea sencilla, por mucho tiempo esta labor se ha llevado a cabo solamente con la experiencia de los profesores que dirigen los proyectos. En este artículo se propone la adaptación de la metodología de software SCRUM al desarrollo de proyectos para alumnos de ingeniería. El objetivo es la elaboración de la tesis que les permitirá obtener el pregrado. La tesis se adecua al reglamento y los lineamientos propuestos por el Instituto Politécnico Nacional y la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, en específico para el programa académico de Ingeniería Telemática. Se involucra todo un grupo de trabajo integrado por asesores, profesores de las unidades de aprendizaje relacionadas y los alumnos participantes, adecuando procedimientos, técnicas, herramientas y documentos de la metodología ágil Scrum.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### ABSTRACT

In this paper we think about developing of thesis projects is not a simple task, for a long time this work has been carried out only with the experience of the professors who direct the projects.

In this article we propose the adaptation of the SCRUM software methodology to the development of projects for engineering students. The aim is developing the thesis that will allow them to obtain the undergraduate degree.

The thesis is adapted to the regulations and guidelines proposed by the Instituto Politecnico Nacional and the Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas specifically for the academic program of Telematics Engineering. It is involved a whole working group of advisors, professors of the related learning units and students for adapting procedures, techniques, tools and documents of the Agile Scrum methodology.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 Software development process management, Agile software development

### Términos Generales

Metodología de desarrollo, actividades, proyectos de tesis

### Palabras clave

Metodología de software, titulación, Scrum.

### Keywords

software methodology, student undergraduate, Scrum

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## INTRODUCCIÓN

En los programas académicos de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de acuerdo a los lineamientos que regulan el seguimiento y operación de los proyectos terminales como opción de titulación, es requisito indispensable acreditar las unidades de aprendizaje de Trabajo Terminal I y Trabajo Terminal II para los programas académicos de Ingeniería Biónica e Ingeniería Mecatrónica y Proyecto Terminal I y Proyecto Terminal II del programa académico de Ingeniería Telemática para concluir con el total de créditos que marca el mapa curricular que debe de cumplir con lo estipulado por el Reglamento de Titulación Profesional del Instituto [4]. Los actores que participan activamente en el desarrollo de los proyectos de ingeniería son el profesor o los profesores titulares de las unidades de aprendizaje, los asesores internos y externos, la comisión terminal y el suplente.

Las funciones del asesor es el dirigir la asesoría de acuerdo a la forma o tipo de investigación que deriva del proyecto de investigación, así como mantener un compromiso con el asesorado en el diseño, desarrollo y presentación de los resultados de la investigación en tiempo y forma. Por lo que es necesario que el asesor genere diferentes técnicas para la dirección de estas asesorías [1] con los alumnos debido a que en estos programas académicos de ingeniería son dos semestres en los cuales es necesario guiar el desarrollo del trabajo. Dando por resultado que en algunas ocasiones se introduzcan cambios en la metodología de desarrollo con el fin de solucionar problemas en la curva de aprendizaje y en el proceso de pruebas [5].

## OBJETIVOS

En este artículo se presenta una propuesta para dirigir las asesorías de tesis de ingeniería utilizando una metodología ágil (Scrum). En donde la dirección de proyectos propone directrices que simplifiquen su gestión con mayor eficacia y facilitar el hallazgo de soluciones específicas para los problemas que van surgiendo durante el desarrollo del proyecto, muchas de estas ventajas se observaron y se decide aplicarla para el desarrollo de trabajos de tesis de ingeniería; y obtener buenas prácticas en un trabajo colaborativo y en equipo alumno (s) - asesor (s) dando el mejor resultado posible del proyecto de tesis.

## ANTECEDENTES Y MARCO TEORÍCO

De acuerdo al Reglamento General de Estudios del IPN en su artículo 71 menciona “*que para obtener el título profesional o diploma de grado académico el alumno se sujetará a lo dispuesto en el programa académico correspondiente y en la normatividad aplicable*” [4].

Las normas aplicables en los programas académicos de la UPIITA contemplan la posibilidad de titularse por opción curricular, la cual consta de la realización de proyectos de ingeniería asignados en las asignaturas como Proyecto Terminal I y Proyecto Terminal

II para Ingeniería Telemática; Trabajo Terminal I y Trabajo Terminal II para Ingeniería Biónica y Mecatrónica. El procedimiento indica que el alumno o los alumnos que se reúnan para el desarrollo del proyecto deberán de contar con un protocolo terminal registrado en la subdirección académica.

Los actores que participan en el desarrollo de los proyectos de ingeniería son: profesor titular de la unidad de aprendizaje, encargado de dar seguimiento a los avances del proyecto y será el encargado de reportar la calificación final de los alumnos participantes por proyecto. Asesor, será el encargado de dirigir y dar seguimiento técnico al proyecto de ingeniería que se está desarrollando; cada proyecto puede tener como mínimo un asesor y máximo hasta tres. Los asesores pueden ser profesores de la unidad académica llamado asesor interno o bien profesionales de otros centros de investigación o bien especialistas en el área con cédula profesional llamados asesores externos [3]. Y los alumnos involucrados en la realización del proyecto.

En las dos últimas décadas, respecto a las metodologías de desarrollo de software se ha entablado un intenso debate entre dos grandes corrientes. Por un lado, las denominadas metodologías tradicionales, centradas en el control del proceso, con un riguroso seguimiento de las actividades involucradas en ellas. Por otro lado, las metodologías ágiles, centradas en el factor humano, en la colaboración y participación del cliente en el proceso de desarrollo y a un incesante incremento de software con iteraciones muy cortas [6]. De acuerdo con Deemer et al. [2] Scrum como metodología ágil es un marco de desarrollo en el que los equipos internacionales desarrollan productos o proyectos de forma iterativa e incremental. Scrum fue desarrollado como metodología para la implementación de proyectos de software, pero ha demostrado su gran utilidad en el desarrollo de otros tipos proyectos por su gran flexibilidad por ejemplo en el área de marketing, Es necesario definir el conjunto de conceptos que rodean a Scrum para después explicar el por qué se decide utilizar en proyectos académicos.

Agilidad: Scrum no es un proceso o una técnica, es un marco amplio de trabajo, dentro del cual se pueden emplear diversas técnicas y procesos. Conteniendo tres pilares fundamentales que son: a) transparencia: Cada aspecto del proceso debe de definirse por un estándar común a todos los integrantes del equipo, esto garantiza la visibilidad a todos los responsables de obtener los resultados, b) inspección constante: El avance hacia el objetivo es responsabilidad de todos los integrantes del equipo, y c) Adaptación: La inspección constante, garantiza la capacidad de respuesta y la subsiguiente adaptabilidad del esquema de trabajo, esto ayuda a darse cuenta si hay aspectos del proceso que no están dando resultado se puede hacer la modificación a tiempo.

Roles de Scrum: a) Clientes (*Stakeholders*): Son las personas que tienen el interés directo en el proyecto, ya que producirá el

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

beneficio que justifica su desarrollo, b) *Product Owner*: Es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo c) *Scrum Master*: Facilitador y puente entre el *Product Owner* y los otros integrantes del equipo, no controla al equipo, pero trabaja para remover cualquier obstáculo que impida al equipo continuar con el trabajo y d) Equipo de desarrollo: Consiste en los profesionales que desempeñan el trabajo de entregar un incremento de producto terminado.

A continuación, se mencionan los procedimientos necesarios para implementar la metodología en el desarrollo del proyecto de tesis.

## PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN DE SCRUM EN EL DESARROLLO DE TESIS

### *Definir los roles de los participantes*

Si el equipo está formado por varios asesores, es necesario de acuerdo del área del conocimiento en el que cada uno de ellos sea experto definir claramente qué parte del proyecto guiará y se hará responsable de asesorar a los alumnos. Por parte de los alumnos se deberá definir de qué módulos será responsable cada uno de ellos.

### *Registrar y organizar las actividades de cada participante del equipo (Sprint Backlog)*

El proyecto debe desarrollarse en dos etapas, cada uno es semestral y consta de 18 semanas. Es fundamental que el equipo de trabajo en este caso con la guía de los asesores se defina de forma detallada las actividades a desarrollar a lo largo de las 18 semanas. El alumno encargado de la elaboración y el asesor responsable.

### *Definir reuniones semanales (Sprint Planning)*

Se debe realizar una reunión con los asesores y los alumnos involucrados en el proyecto para definir los roles y actividades, así como empatar horarios y definir el día, hora y lugar de las reuniones semanales de acuerdo los tiempos de todo el equipo involucrado.

### *Planificar las reuniones diarias (Daily Backlog)*

Para las reuniones diarias se propone utilizar herramientas digitales correo electrónico, redes sociales, etc. Que permita comunicarse entre alumnos y asesores debido a la naturaleza del proyecto y a situaciones en que los alumnos tienen diferentes horarios de clases al igual que los profesores.

### *Definir las historias o actividades para las reuniones semanales*

Es necesario que se enlisten las actividades por alumno responsable y se registren por semana el avance de cada una de las actividades por porcentaje de avance, y código de colores para que todo el equipo de trabajo este enterado. Y de esta forma en la reunión semanal se discutan los avances, así como las posibles problemáticas a resolver.

### *Definir entregas por evaluación (Retrospectiva)*

El rol del profesor presenta la calendarización de las retrospectivas (evaluación de reportes) que él llevará a cabo. Para esta etapa los alumnos deberán de entregar un reporte por escrito de las actividades realizadas, revisadas y aprobadas por los asesores con antelación.

## IMPLEMENTACIÓN

1. Definir los roles de los participantes

Para probar la viabilidad de la metodología Scrum en el desarrollo de trabajo de tesis se eligieron 4 proyectos del plan de estudios de Ingeniería Telemática en las etapas de Proyecto Terminal I y Proyecto terminal II (véase tabla 1 y 2).

Tabla 2. Proyectos donde se probó la metodología Scrum.

Número	Nombre del proyecto
1	Generador de horarios automatizado para alumnos de UPIITA
2	Aplicación Móvil de ubicación de rutas de transporte público para personas con discapacidad visual.
3	Sistema de obtención y análisis de señales electroencefalográficas con transmisión inalámbrica para el monitoreo de pacientes
4	Sistema para la gestión, confidencialidad y seguridad de estudios clínicos experimentales y formularios dinámicos asociados a ellos.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Tabla 2. Definición de los roles en los proyectos

Proyecto	Cientes	Product Owner	Scrum Master	Equipo de desarrollo
1	Alumnos de la UPIITA	Profesor titular de la asignatura de Proyecto Terminal	Asesor único	Alumno único
2	Personas con discapacidad visual	Profesor titular de la asignatura de Proyecto Terminal	Asesor único	Alumno 1 Alumno 2
3	Laboratorio de procesamiento de SEPI UPIITA	Profesor titular de la asignatura de Proyecto Terminal	Asesor 1, Asesor 2 y Asesor 3	Alumno 1 Alumno 2
4	Laboratorio de procesamiento de SEPI UPIITA	Profesor titular de la asignatura de Proyecto Terminal	Asesor 1, Asesor 2 y Asesor 3	Alumno 1 Alumno 2

- Registrar y organizar las actividades de cada participante del equipo (Sprint Backlog)

Para ejemplificar a detalle se eligió documentar en este artículo el proyecto número 3 debido a que es la representación más compleja porque tiene dos alumnos y tres asesores. Por lo tanto, a partir de este punto de referirá el procedimiento a este proyecto (véase tablas 3 y 4).

Tabla 3. Actividades proyecto terminal I.

Actividad	Nombre de la actividad
1	Investigación de las características de las señales electroencefalográficas
2	Investigación documental sobre los protocolos Bluetooth y WIFI
3	Investigación documental sobre las redes PAN con tecnologías Bluetooth y WIFI
4	Investigación documental sobre el procesamiento digital de señales electroencefalográficas, así como los algoritmos que existen actualmente.
5	Investigación documental sobre cómo obtener los parámetros estadísticos de una señal electroencefalográfica
6	Diseño del diagramado UML del sistema
7	Diseño de la base de datos del sistema
8	Investigación de las características de las señales electroencefalográficas
9	Desarrollar un módulo encargado del procesamiento y análisis estadístico de señales electroencefalografías en Matlab, C o Java

10	Implementar un servicio web SOAP o REST para ser consumido por la aplicación WEB y una aplicación móvil, y enviar la información de las señales en formato JSON o XML
11	Diseño de la interfaz gráfica de la aplicación WEB
12	Escrito de proyecto terminal I

Tabla 4. Actividades proyecto terminal II.

Actividad	Nombre de la actividad
1	AW-Inicio de sesión
2	AW-Sesión del especialista
3	AW-Sesión del paciente
4	AW-Sesión del administrador
5	AW-Recuperación de contraseña de acceso al sistema
6	AW-Gráficas de resultados de un estudio
7	BD-Definición de la base de datos
8	BD-Procedimientos almacenados
9	CA-Inserción de una señal prueba al ADS
10	CA-Conexión del TGAM 1 al módulo Bluetooth
11	CA-Conexión de la RaspBerry al módulo Bluetooth
12	AM-Inicio de session
13	AM-Sesión del paciente
14	AM-Sesión del especialista
15	AM-conexión con RaspBerry
16	SW- Conexión a la base de datos
17	SW-Definir e implementar reglas del negocio
18	PA-Desarrollo del programa de procesamiento y análisis estadístico

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Figura 1. Ejemplo de la pizarra de avance para proyecto terminal II.

		Concluida	En proceso	Iniciada	No iniciada														
		SEMANAS																	
Responsable	# actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
FH	1		20%	50%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	100%					
FH	2		20%	50%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	80%	90%	90%	90%	100%			
FH	3		10%	20%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	100%					
FH	4			50%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	100%						
FH	5												40%	60%	60%	60%	70%	100%	
FH	6								10%	20%	30%	50%	60%	70%	100%				
FH Y JZ	7		40%	60%	100%														
FH Y JZ	8		40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	90%	90%	90%	90%	100%				
FH Y JZ	9				10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	40%	60%	60%	60%	100%		
FH Y JZ	10			10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	30%	50%	50%	50%	80%	80%	80%	80%	100%
JZ	11		50%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	70%	80%	90%	90%	100%				
JZ	12	50%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	100%						
JZ	13	10%	60%	100%															
JZ	14	10%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	90%	90%	90%	90%	100%		
JZ	15		50%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	80%	80%	90%	100%			
JZ	16	10%	60%	100%															
JZ	17	10%	60%	100%															
FH y JZ	18					50%	60%	60%	70%	70%	70%	70%	80%	90%	90%	90%	90%	90%	100%

FH alumno 1, JZ alumno 2

### 3. Definir reuniones semanales (Sprint Planning)

Para este proyecto en particular las reuniones semanales se llevaron a cabo los días miércoles a las 8:30 en el laboratorio de procesamiento de la SEPI – UPIITA los dos alumnos y los tres asesores, durante las 18 semanas para proyecto terminal I y los días viernes a las 10:00 de la mañana para proyecto terminal II con la misma cantidad de semanas.

### 4. Definir las historias o actividades para las reuniones semanales

Se presenta las actividades de proyecto terminal II por ser el que tiene más y se puede observar claramente cómo se fueron desarrollando estas por alumno responsable. Se registran por semana para que todo el equipo de trabajo en la reunión semanal vean el avance (véase figura 1).

### 5. Planificar las reuniones diarias (Daily Backlog)

Debido a la complejidad que involucra un equipo de trabajo de profesores de asignatura, asesores y alumnos, fue necesario ayudarse de las TICs que existen en la actualidad. Se creó un grupo de WhatsApp y otro en Facebook que incluyen a los miembros del equipo para enviar y recibir mensajes de las problemáticas presentadas por día. Además, si era necesario

enviar y recibir documentación se utilizó la herramienta de Google drive.

### 6. Definir entregas por evaluación (Retrospectiva)

La retrospectiva fue el calendario que el profesor de la asignatura de Proyecto Terminal asignó a lo largo de las 18 semanas que comprende el semestre, quedando de la siguiente manera (véase tabla5).

Tabla 5. Resultados de la retrospectiva para el proyecto 3.

Retrospectiva	Semana 5	Semana 9	Semana 14	Semana 18
Calificación escala de 0 al 10	10	10	9	9

Además de la evaluación realizada con el profesor de la asignatura, era necesario reunirse con los asesores y alumnos. Con la finalidad de verificar los avances y las observaciones del profesor de la asignatura y la retrospectiva del cliente.

## RESULTADOS

De los 4 proyectos presentados (mostrados en la Tabla 1), se obtuvieron los siguientes resultados (véase la Tabla 6):



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Tabla 6. Resultados de los 4 proyectos que utilizaron la metodología Scrum

Proyecto	Calificación	Tiempo de entrega
1	10	A tiempo
2	10	A tiempo
3	10	A tiempo
4	9	Con una semana de retraso

La calificación la asigna un jurado que está conformado por el presidente, secretario y los asesores. Se realiza una primera evaluación solamente con el jurado y los alumnos a puerta cerrada solamente para revisar funcionalidad y viabilidad del proyecto, la segunda evaluación es pública y ahí se hace una defensa oral y escrita de todo el proyecto. De acuerdo a la primera y segunda evaluación es la calificación que otorga el jurado.

Los proyectos 1, 2 y 3 se observa excelentes resultados, en el proyecto 4 se tuvieron dificultades en la implementación del hardware del prototipo lo que dio como resultado un retraso en la entrega de componentes electrónicos o fallas que no se contemplaron al realizar la planificación de actividades.

## CONCLUSIONES

La metodología Scrum es una metodología que permite adaptarse al desarrollo de proyectos de ingeniería. Al identificar cada uno de los roles necesarios en la metodología, se puede aplicar de tal manera que permite un mejor conocimiento de las tareas realizadas por los alumnos y un mejor control para el seguimiento del desarrollo del proyecto por parte de los asesores.

La retrospectiva ayudo hacer ajustes al proyecto gracias a la revisión del profesor de la asignatura y de tener un contacto continuo por el cliente. Utilizando el Sprint Backlog permitió al grupo de trabajo visualizar el avance que se tenía por semana.

Además, es importante resaltar que esta metodología permite un avance en las actividades no secuenciales. Es decir los alumnos conforme se necesitaba realizaban alguna actividad se comenzaba en el tiempo establecido sin estar vinculado a un ciclo de vida clásico de software.

Como trabajo futuro se pretende implementar en proyectos de otros programas académicos como en Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Biónica.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por el apoyo dado al trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Citón M., Método ágil Scrum aplicado al desarrollo de un software de trazabilidad, 2006. Universidad de Mendoza. Se puede consultar en [<https://es.slideshare.net/testlucero/metodo-agil-scrum>]
- [2] Deemer P., Benefield G., Larman C., and Vodde B., Guide to the Theory and Practice of Scrum Version 2. Disponible en [www. GoodAgile.com](http://www.GoodAgile.com)
- [3] Lineamientos que regulan el seguimiento, implementación y operación de los Proyectos terminales de Ingeniería desarrollados en las Unidades de Aprendizaje de Trabajo Termina I, Trabajo Terminal II, Proyecto Terminal I y Proyecto Terminal II de la UPIITA –IPN
- [4] “Reglamento General de Estudios IPN”, publicado Gaceta extraordinaria 866, ISSN 0061-3848 AÑO XLVII VOL. 13. IPN. Consultado en [[http://www.enmh.ipn.mx/Documents/pdf/reglamento\\_general\\_IPN\\_ENMH.pdf](http://www.enmh.ipn.mx/Documents/pdf/reglamento_general_IPN_ENMH.pdf)], diciembre 2017
- [5] Salazar B., Desafíos del curso de ingeniería de software, Revista Educación en Ingeniería, 06/2012.
- [6] Tinoco O., Salas P., Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software *Industrial data*. 13.2 (July-December 2010): p70. Copyright: COPYRIGHT 2010 Universidad Nacional Mayor de San Marcos se puede consultar en: [<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/default.htm>]

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Modelado tridimensional de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas: Herramientas y algoritmos

Miller Gómez Mora

Ingeniería en Telemática, Facultad Tecnológica  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(57) 311-8100475  
mgomez@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Rodríguez

Ingeniería en Telemática, Facultad Tecnológica  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(57) 313-8441010  
rrodriguez@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El área del modelado tridimensional (3D) de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas es relativamente nueva y sus resultados tienen muchas aplicaciones en ciencia e ingeniería, en particular, computación gráfica, realidad virtual, animación por computador, visión por computador, cirugía asistida por computador e ingeniería inversa. Sin embargo, la mayoría de los enfoques para convertir imágenes médicas en modelos de alta fidelidad requieren una interacción significativa del usuario y a menudo implican una simplificación apreciable de la geometría del modelo. En este documento se brindará una descripción general de los algoritmos de modelado de objetos 3D más conocidos y las herramientas desarrolladas más recientemente, con una discusión sobre las ventajas y desventajas relativas para su uso en la generación de modelos de alta fidelidad construidos a partir de datos obtenidos de imágenes médicas como la tomografía axial computarizada (TAC).

### ABSTRACT

The field of three-dimensional (3D) heterogeneous object modeling from medical images is relatively new and its results have many applications in science and engineering, in particular,

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

computer graphics, virtual reality, computer animation, computer vision, computer-assisted surgery, and reverse engineering. However, most approaches to converting medical images into high-fidelity models require significant user interaction and often involve an appreciable simplification of the model geometry. This document will provide a general description of the most well-known modeling algorithms and the most recently developed tools, with a discussion of the relative advantages and disadvantages for using in the generation of high-fidelity models built from medical image data such as computerized axial tomography (CAT).

### Términos Generales

Modelado de objetos 3D, Algoritmos, Computación gráfica

### Palabras clave

Modelado 3D, objetos heterogéneos, superficies implícitas, mallas de superficie, mallas volumétricas.

### Keywords

3D modeling, heterogeneous objects, implicit surfaces, surface meshes, volumetric meshes.

### INTRODUCCIÓN

En el contexto del modelado 3D de objetos heterogéneos, la forma más común de producir un modelo 3D adecuado tanto para visualización como para aplicaciones en simulaciones es mediante la siguiente metodología:

1. Adquirir las imágenes volumétricas del objeto heterogéneo utilizando, por ejemplo, imágenes TAC.
2. Segmentar las partes o regiones que componen el objeto heterogéneo.
3. Reconstruir la superficie del objeto heterogéneo y afinar la malla de superficie hasta obtener un modelo con la calidad deseada.

4. Agregar nodos en el interior del modelo para producir elementos tridimensionales que conformarán la malla volumétrica final.

Los datos de las imágenes médicas generalmente consisten en un conjunto de vóxeles organizados en una cuadrícula cartesiana 3D regular (o irregular) de datos en escala de grises que representan la intensidad relativa de la señal de cada uno de los materiales que componen el volumen del objeto heterogéneo escaneado. A partir de estos datos se procede a realizar la segmentación de cada una de las partes o regiones que componen dicho objeto.

La segmentación es esencialmente un problema de clasificación donde se asigna a cada vóxel de la imagen médica una etiqueta que representa la región o material a la que pertenece dicho vóxel. Dependiendo del tipo de imagen médica y del tipo de objeto heterogéneo a modelar, la segmentación podría ser difícil y un área de investigación en sí misma [1].

Con base en los resultados de la segmentación se procede a realizar el modelado del objeto heterogéneo bajo estudio. Claramente, la calidad de cualquier modelo resultante dependerá en gran medida de la precisión de la segmentación inicial y esta será una función no solo de la resolución de la imagen, sino de otros factores, como ruido, poco contraste entre regiones y posibles artefactos de movimiento.

En este artículo se parte del supuesto que los pasos 1 y 2 se han llevado a cabo en especial la segmentación de todas las regiones que componen el objeto heterogéneo. Se analizarán y discutirán los pasos 2 y 3, es decir los algoritmos y herramientas para extraer la superficie del objeto heterogéneo a partir de las segmentaciones y generar mallas de superficie y volumétricas que sean lisas, de alta calidad y lo más fieles posible a los límites definidos por los volúmenes de datos segmentados.

## RECONSTRUCCIÓN DE SUPERFICIES

Esta sección discutirá los algoritmos y técnicas para reconstruir la superficie de los objetos heterogéneos a partir de datos segmentados. Se analizarán métodos paramétricos como las B-Spline y las NURBS, y métodos de superficies simpliciales como el diagrama de Voronoi y su dual la triangulación de Delaunay. Igualmente se analizarán algunos algoritmos para el modelado de superficies implícitas con base en funciones de base radial, partición de la unidad implícita y funciones indicatriz.

### Métodos paramétricos

Los métodos paramétricos, como B-Spline y NURBS, son las primeras técnicas utilizadas para resolver los problemas de reconstrucción de superficie mediante el ajuste con parches superficiales locales. En el contexto de las representaciones paramétricas, el problema de la reconstrucción de la superficie implica el cálculo de una superficie  $S$  definida por una función  $F(u, v)$ , que se aproxima, tanto como sea posible, a cada punto

de la nube de puntos dada en  $\mathbb{R}^3$ , donde  $F$  pertenece a un espacio lineal específico de funciones. Ejemplos de tales superficies paramétricas son las superficies de Bézier, las B-spline y las NURBS [2].

Debido a que las curvas de Bézier no se podían modificar localmente y el movimiento de los puntos de control afectaba la forma de la curva completa, se desarrolló el método de B-Spline el cual permite alcanzar una continuidad C2. Para la superficie B-Spline en el parámetro  $(u, v)$  el punto de control se puede definir como:

$$P(u, v) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,j} N_{i,k}(u) M_{j,l}(v)$$

Donde  $B_{i,j}$  son los vértices de una malla de control poligonal, con  $i$  en el rango entre 0 y  $n$ , mientras que  $j$  en el rango entre 0 y  $m$ .  $N_{i,k}(u)$  y  $M_{j,l}(v)$  son las funciones B-Spline de base, dadas por la ecuación:

$$N_{i,k}(u) = \frac{u - u_i}{u_{i+k-1} - u_i} N_{i,k-1}(u) + \frac{u_{i+k} - u}{u_{i+k} - u_{i+1}} N_{i+1,k-1}(u)$$

$$M_{j,l}(v) = \frac{v - v_j}{v_{j+l-1} - v_j} M_{j,l-1}(v) + \frac{v_{j+l} - v}{v_{j+l} - v_{j+1}} M_{j+1,l-1}(v)$$

Sobre el tema relacionado con B-Spline se presenta el trabajo de Chen [3], quienes usaron B-Spline para construir varios modelos de ventrículo izquierdo (LV) al interior de la pared. Los modelos se calcularon mediante B-Spline integral y las curvas se ajustaron en el ciclo cardiaco. Otro trabajo relacionado es presentado por Liu [4], donde su algoritmo se aplica en el sentido de mínimos cuadrado generando puntos de control adecuados de la curva de ajuste B-Spline.

Las superficies NURBS (Non-uniform Rational B-Spline) es una generalización de las superficies de Bézier y B-splines que se desarrollaron porque los métodos Bézier y B-splines contienen algunas limitaciones al modelar formas más complicadas que requieren curvas de Bézier de orden superior, y el no poder representar con precisión las curvas cónicas.

Una superficie NURBS con parámetros  $(u, v)$  se define como:

$$P(u, v) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,j} S_{i,j}(u, v)$$

Donde  $B_{i,j}$  son los puntos 3D de la malla de control  $S_{i,j}(u, v)$  son las funciones de superficie B-Spline racionales, definidas como:

$$S_{i,j}(u, v) = \frac{h_{i,j} N_{i,k}(u) M_{j,l}(v)}{\sum_{i=1}^{n+1} \sum_{j=1}^{m+1} h_{i,j} N_{i,k}(u) M_{j,l}(v)}$$

Donde  $h_{i,j}$  es el peso,  $N_{i,k}(u)$  y  $M_{j,l}(v)$  son las funciones B-Spline no-rationales de base, dadas por las ecuaciones anteriormente definidas.

Actualmente, los modelos NURBS son estándares industriales para la representación de superficies que se usan ampliamente en el campo de la ingeniería inversa [5], [6]. Además de eso, las NURBS pueden usarse como un método para la aproximación o interpolación de datos dispersos y también se incorpora con la mayoría de los sistemas de modelado geométrico actuales [7], [8]. Además, al usar NURBS, la superficie reconstruida es más suave y puede tratar con un conjunto de datos no uniforme [9].

### Métodos de superficies simpliciales

Estos métodos también son conocidos como métodos de superficies triangulares o métodos de geometría computacional. Estos métodos dependen de algoritmos como la triangulación de Delaunay y los diagramas de Voronoi. Dichos métodos interpolan los puntos originales y básicamente son sensibles a la presencia de ruido. El algoritmo Alpha Shapes [10] y el algoritmo Crust [11] son los dos ejemplos más exitosos de esta clasificación.

En el algoritmo Alpha Shapes la forma de la superficie se talla eliminando los símlices de la triangulación de Delaunay del conjunto de puntos. Un simplex se elimina si su esfera circunscrita es más grande que la bola alpha. El algoritmo Crust calcula el diagrama de Voronoi de los puntos en la nube de puntos. Luego, la Triangulación de Delaunay se calcula utilizando los diagramas de Voronoi sobre la nube de puntos. La malla 3D se reconstruye obteniendo todos los triángulos que conectan tres puntos de la triangulación de Delaunay. Esta malla distingue triángulos que son parte de la superficie del objeto de aquellos que están en el interior porque los triángulos interiores tienen un vértice Voronoi como uno de sus vértices. La complejidad de tiempo de este algoritmo es  $O(n \log n)$ .

Una mejora del algoritmo Crust es el algoritmo de Power Crust [12]. La idea principal detrás de este algoritmo es representar la superficie como un polígono, obtenido de las bolas polares usando el diagrama de Voronoi. Este algoritmo es robusto ya que se expresa en términos de celdas de la superficie de un objeto sólido. No se requiere ningún mecanismo de llenado de agujeros en este algoritmo de reconstrucción de superficie, ya que captura la geometría real de la superficie. Sin embargo, los datos ruidosos provocan la dispersión de puntos lejos de la superficie.

Una mejora y extensión del diagrama de Voronoi es el algoritmo Tight Cocone propuesto por Dey y Giesen [13]. Este algoritmo es más rápido que los algoritmos Crust y Power Crust, sin embargo, al igual que los demás algoritmos de esta categoría, este algoritmo no es lo suficientemente robusto para manejar nubes de puntos ruidosos y de baja densidad.

### Métodos implícitos

Algunos investigadores se refieren a las superficies implícitas como representación volumétrica o enfoques con base en ajuste de funciones. Las superficies implícitas representan la superficie

como un isocontorno particular de una función escalar. Una superficie implícita  $S$  en  $\mathbb{R}^3$  se puede definir como el conjunto de nivel cero de alguna función  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$

$$S = \{x \in \mathbb{R}^3 : f(x) = 0\}$$

Hay diferentes maneras de definir  $f(x)$ . Por un lado, puede tener una forma analítica cerrada, por ejemplo, el conjunto de nivel cero de la función  $f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 + 1^2 = 0$  define una esfera de unidad, clasificando el espacio en dos semiespacios  $f(x) > 0$  y  $f(x) < 0$ . Por otro lado, una función implícita  $f(x)$  también se puede definir a través de métodos basados en datos que toman la forma de un campo de distancia con signo [14], funciones de base radial [15], o una función indicatriz [16]. Estos métodos se dividen en:

- Métodos globales. Estos métodos apuntan a construir una función única de manera que su conjunto cero interpola o aproxima la nube de puntos globalmente.
- Métodos locales. En este caso, la función global resulta de la combinación de funciones de forma locales, cada una de las cuales interpola o se aproxima a una sub nube de puntos.

Las funciones de base radial son funciones donde el resultado es la rotación invariante alrededor de un cierto punto  $x_i$ . Se pueden usar para interpolar una función con  $n$  puntos usando  $n$  funciones de base radial, centradas en estos puntos.

$$F(x) = \sum_{i=1}^n w_i \phi(\|x - x_i\|)$$

Donde el interpolador  $F(x)$  es el resultado de la suma de  $n$  funciones de base radial, cada una de las cuales está asociada con un centro distinto  $x_i$ , y ponderado por un coeficiente adecuado (peso)  $w_i$ .

Esencialmente, hay dos pasos principales en un procedimiento para reconstruir una superficie muestreada dispersa con funciones de base radial [15]:

- Construcción de una función de distancia con signo.
- Ajuste de una función de base radial a la función de distancia resultante.

Los métodos implícitos con base en funciones de base radial (RBF) se utilizan ampliamente porque pueden reconstruir superficies de cualquier topología con casi cualquier distribución de puntos. Las RBF se conocen desde hace mucho tiempo como uno de los métodos más precisos y estables para resolver el problema de la interpolación de datos dispersos. Aunque este método de interpolación proporciona la superficie de curvatura mínima que pasa a través de los puntos dados, las funciones de base radial son una técnica global, con el inconveniente de que se perderán las características locales.

Ohtake [17] presenta un método llamado partición de la unidad (multi-level partition of unity MPU) para la reconstrucción de superficies implícitas utilizando una técnica local. La idea básica

de este método es dividir el dominio de datos de entrada  $\Omega \in \mathbb{R}^d$  en varios subdominios  $\Omega_i$  superpuestos que cubren  $\Omega$ , es decir  $\Omega \subseteq \cup_i \Omega_i$ . Cada subdominio se aproxima de manera independiente de los otros subdominios usando RBF de soporte compacto. Estos subdominios comparten intervalos en  $\mathbb{R}$  (ver Figura 1), círculos en  $\mathbb{R}^2$  y esferas en  $\mathbb{R}^3$  que se superponen cerca de sus límites.

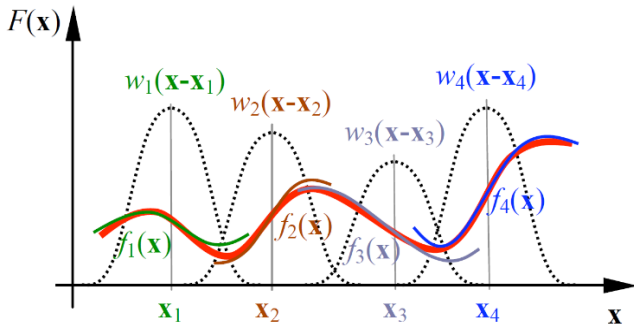


Figura 1. Cuatro funciones locales  $f_i$  ( $i = 1,2,3,4$ ) combinadas por funciones de ponderación  $w_i$  centradas en los puntos  $x_i$  en la línea real  $\mathbb{R}$ . El gráfico de la función resultante es la curva roja sólida.

Esta partición de la unidad no es más que un conjunto de funciones no negativas  $\phi_i$  con soporte compacto  $\text{supp}(\phi_i) \subseteq \Omega_i$  que satisfacen la condición  $\sum_i \phi_i = 1$  in  $\Omega$ . Para cada subdominio  $\{\Omega_i\}$ , se forma el conjunto  $P_i$  de los puntos dentro  $\{\Omega_i\}$ , calculando luego una función local  $f_i$  que ajusta los puntos de  $P_i$ . La función de ajuste global  $F$  es entonces el resultado de una combinación de las funciones locales  $f_i$  ponderadas por las funciones de partición  $\phi_i$  de la siguiente manera:

$$F(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \phi_i(\mathbf{x}) f_i(\mathbf{x})$$

Por ejemplo, en la Figura 1, la función resultante  $F$  en color rojo se construye a partir de una combinación de cuatro funciones locales  $f_i$ , que están asociadas a cuatro funciones de ponderación  $w_i$ . La condición  $\sum_i \phi_i = 1$  se obtiene simplemente de las funciones de peso  $w_i$  usando la siguiente fórmula de normalización:

$$\phi_i(\mathbf{x}) = \frac{w_i(\mathbf{x})}{\sum_j w_j(\mathbf{x})}$$

La función de ajuste global  $F$  se puede reescribir entonces como:

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_i w_i(\mathbf{x}) f_i(\mathbf{x})}{\sum_i w_i(\mathbf{x})}$$

El último método que se analizará forma una ecuación de Poisson para resolver la superficie que mejor ajuste una nube de puntos densa  $P$ . Este enfoque llamado reconstrucción de superficies de Poisson [16] requiere como entrada una nube de puntos  $P$  junto con las normales orientadas. Con estos datos se

define una función indicatriz  $\chi$  cuyo valor es uno dentro y cero fuera de la región reconstruida  $\Omega$ . El gradiente de la función indicatriz se equipará a un campo vectorial, construido a partir de los vectores normales de la nube de puntos.

$$\nabla \chi_{\Omega} = \mathbf{w}$$

Luego, se forma la ecuación de Poisson y se resuelve para obtener la función indicatriz.

$$\nabla \cdot \nabla \chi_{\Omega} = \nabla \cdot \mathbf{w} \Rightarrow \chi_{\Omega} = \nabla \cdot \mathbf{v}$$

Este algoritmo fue ampliado en el trabajo de Kazhdan y Hoppe [18] mediante la incorporación de pesos a los puntos asignados para la interpolación.

## MODELADO GEOMÉTRICO DE OBJETOS SÓLIDOS

El modelado geométrico de objetos sólidos es de especial importancia en el área de la computación gráfica, cuyos resultados se utilizan en muchas aplicaciones en áreas de ingeniería como el CAD/CAM y los videojuegos. El modelado comienza con el etiquetado, utilizando alguna técnica de segmentación “dura” que asigna una única etiqueta a los vóxeles de la imagen médica. El resultado es entonces un modelo de vóxel, sin embargo, para muchas aplicaciones es de mayor interés los límites que delinean a los objetos ya que permiten la identificación y análisis de características específicas de dichos objetos.

### El algoritmo Marching Cubes

El proceso de modelado geométrico de objetos sólidos a partir de un modelo de vóxel (imagen médica segmentada) comienza con la generación de una malla de superficie usando el algoritmo de Marching Cubes (MC) [19]. Este algoritmo utiliza un isovalor para extraer y renderizar una isosuperficie desde los contornos segmentados. Esta malla inicial forma los datos de entrada de muchos algoritmos de reconstrucción de superficies y se utiliza igualmente para extraer la isosuperficie de las superficies implícitas.

El principio detrás del algoritmo MC es subdividir el espacio en una serie de pequeños cubos conocidos como vóxeles (ver Figura 2). Cada punto de la malla es un vértice de la esquina de un cubo. Los cubos están definidos por el mallado del volumen.

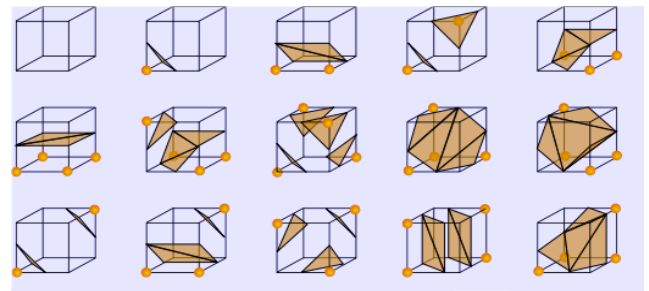




Figura 2. Las 15 combinaciones finales del algoritmo Marching Cubes [19]. Los puntos de color amarillo indican los vértices que se han probado como “dentro” del objeto.

Cada vértice y cada arista del cubo se indexan para la búsqueda en las tablas de búsqueda de configuraciones superficiales de los cubos. Al determinar qué aristas del vóxel se cruzan con la isosuperficie, se puede crear parches triangulares que dividen el cubo en diferentes regiones que están dentro de la isosuperficie y regiones que están fuera. El algoritmo se mueve (marcha) a través de cada uno de los cubos mientras evalúa los puntos de cada esquina y reemplaza el cubo con un conjunto apropiado de polígonos (ver Figura 3). La suma total de todos los polígonos generados será una superficie que se aproxima a la que describe el conjunto de datos de entrada.

En caso de que el valor de un vértice esté por encima de la isosuperficie y el valor de un vértice adyacente esté por debajo de la isosuperficie, entonces se interpola linealmente la posición en la que la isosuperficie corta el borde. Los puntos de intersección se pueden calcular por interpolación lineal. Por ejemplo, si  $V_1$  y  $V_2$  son los vértices de un borde de corte y  $Val_1$  y  $Val_2$  son los valores escalares de cada vértice, el punto de intersección  $P$  viene dado por la siguiente ecuación:

$$P = V_1 + (isovalor - Val_1) \frac{(V_2 - V_1)}{(Val_2 - Val_1)}$$

Como cada uno de los ocho vértices de un cubo puede marcarse o no, existen 256 ( $2^8$ ) combinaciones posibles del estado de la esquina. Estas combinaciones se simplifican, teniendo en cuenta las combinaciones de celdas que se duplican, a 15 combinaciones finales como se muestra en la Figura 2.

El paso final del algoritmo Marching Cubes es calcular la normal de las caras de la triangulación para obtener una representación correcta de la superficie. Sin embargo, como los datos segmentados de las imágenes médicas son en general enormes, irregulares, y ruidosos, la triangulación que produce Marching Cubes refleja estos defectos (ver Figura 3), lo cual impide usar este tipo de superficies directamente en aplicaciones de ingeniería (Lin et al., 2001). Por lo tanto se debe agregar dos etapas al paso 3 de la metodología de modelado (ver **INTRODUCCIÓN**): Una etapa de suavizado para mitigar el comportamiento escalonado en el proceso de creación de superficie; y una etapa de simplificación para reducir la densidad de triángulos de la malla superficial.

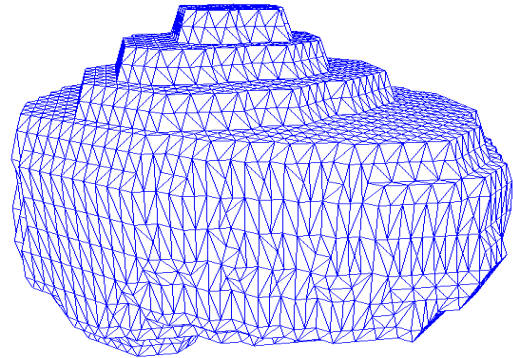


Figura 3. Efecto de escalón o aliasing debido a la imagen médica segmentada.

### Superficies paramétricas

Tradicionalmente, el algoritmo de reconstrucción de superficie paramétricas consta de cuatro pasos principales:

- Generación de la malla a partir de la nube de puntos no organizada. Esto puede hacerse, por ejemplo, utilizando el algoritmo de Marching Cubes, Triangulaciones de Delaunay, o Alpha Shapes.
- Partición de la malla en parches homeomórficos a discos. Estos parches también se conocen como mapas (charts). La partición de malla de superficie se vuelve obligatoria cuando la superficie está cerrada o tiene cavidades ( $genus > 0$ ).
- Para cada parche de malla se construye una parametrización local. Estas parametrizaciones locales se realizan juntas de forma continua, de modo que forman colectivamente una parametrización globalmente continua de la malla.
- Terminado el paso de parametrización, el cual genera una colección de pares de parámetros  $\{u, v\}$  asociados a los puntos  $\{x_i, y_i, z_i\}$  de la nube, sigue el problema del ajuste de la superficie.

El ajuste de superficie consiste en minimizar la distancia entre cada punto  $\{x_i, y_i, z_i\}$  y su punto correspondiente de la superficie  $F\{u, v\}$ . El enfoque estándar de ajuste superficial se reduce al siguiente problema de minimización:

$$\min \sum_i \| \mathbf{x}_i - F\{u, v\} \|^2$$

Donde  $\mathbf{x}_i$  es el  $i$ -ésimo punto de la nube de entrada  $\{x_i, y_i, z_i\}$  y  $\|\cdot\|$  es la distancia euclidiana entre  $\mathbf{x}_i$  y el punto correspondiente en la superficie  $F\{u, v\}$  en el espacio lineal de funciones mencionado anteriormente. La función objetivo de este problema de minimización es la norma euclidiana cuadrada. Su cálculo se puede hacer fácilmente por el método de mínimos cuadrados; de ahí el ajuste de mínimos cuadrados (LS) para la reconstrucción de superficie paramétrica [20], [2].

### Superficies triangulares

Los algoritmos de reconstrucción de superficie con base en superficies triangulares constan de dos pasos y terminan teniendo una partición espacial compuesta de tetraedros:

- Primero, se construye la triangulación de Delaunay (o diagrama de Voronoi) a partir de una nube de puntos, que consiste en una partición del casco convexo de estos puntos en un conjunto finito de tetraedros.
- Terminada la triangulación de la nube de puntos, solo resta identificar y extraer los triángulos (símplices) que pertenecen a la superficie.

Por lo tanto, la reconstrucción de las superficies simpliciales consiste en encontrar el subgrafo de la triangulación de Delaunay del conjunto inicial de puntos [10]. La identificación de los triángulos de la superficie varía de un algoritmo a otro.

### Superficies implícitas

Para superficies dadas como el conjunto de nivel cero  $d = 0$  de una función implícita  $f(x, y, z)$  se puede generar una malla de superficie aproximando la isosuperficie mediante el uso del algoritmo MC [19].

La superficie se reconstruye usando el algoritmo de Cubos marchantes y se almacena en un octree.

Las funciones implícitas generalmente se muestrean en una cuadrícula subyacente, donde la superficie reconstruida se encuentra a través de un isocontorno con un isovalor apropiado. Para una cuadrícula regular, se puede utilizar el algoritmo MC [14], [15]. Para adaptar la resolución de la cuadrícula a una densidad de muestreo puntual otros métodos utilizan cuadrículas como octrees [16], [18] y triangulaciones 3D adaptativas [21]. Sin embargo, extraer la superficie a partir de un octree presenta varias dificultades para garantizar mallas de superficie cerradas manifold. Extraer la superficie de una triangulación se puede realizar a través de tetraedros de marcha (Marching Tetrahedra), pero si se desea una malla con un número menor de triángulos y triángulos bien acondicionados, se pueden utilizar las técnicas de refinado de Delaunay [22].

## MODELADO GEOMÉTRICO DE OBJETOS HETEROGÉNEOS

Para el modelado de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas segmentadas se cuenta con tres aproximaciones:

Generar el modelo directamente a partir de las imágenes médicas segmentadas utilizando algún método que extienda el algoritmo de MC a múltiples regiones y refinar la malla hasta obtener la calidad deseada [23]. Sin embargo, estos métodos pueden sufrir algunos problemas como ambigüedad en el etiquetado, defectos topológicos y un aumento algebraico en el número de casos con respecto a la cantidad de materiales. El resultado es que se pueden crear mallas inconsistentes con elementos que pueden no coincidir de forma consistente. Se han propuesto varias soluciones a estos problemas, incluida la reparación de vóxeles ambiguos antes de extraer las mallas [24],

la subdivisión de dominio [25] y la asignación e interpolación de probabilidades en vértices para extraer elementos superficiales topológicamente correctos [26].

Por otro lado, se pueden utilizar métodos mediante el refinamiento de Delaunay [22]. Estos métodos son una extensión de los algoritmos típicos de refinamiento de Delaunay para el caso de múltiples superficies donde se crea iterativamente una malla agregando vértices y actualizando la topología de la malla hasta que se alcanza un criterio de calidad que finaliza el algoritmo. En general, estos métodos implican muchos pasos sutiles de preprocesamiento, incluida la necesidad de identificar y extraer las uniones triples como una red de curvas. Las mallas creadas son topológicamente consistentes, no tienen espacios vacíos ni superposiciones, y además, los elementos de malla que se encuentran en las uniones lo hacen compartiendo un borde común. Estos enfoques tienen la ventaja de permitir que los criterios de calidad se definan por superficie, permitiendo que diferentes materiales tengan diferentes resoluciones de malla, y las mallas de tetraedros de volumen (consistentes con la topología de la interfaz) a menudo se producen sin costo adicional.

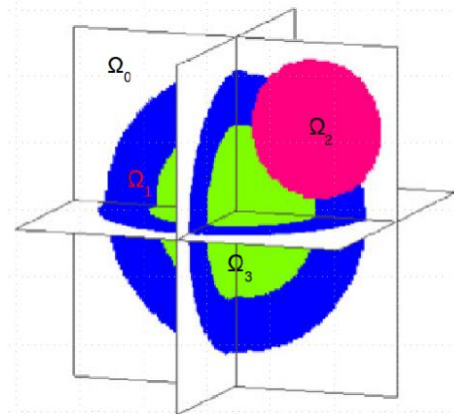


Figura 4. Objeto heterogéneo artificial compuesto de 3 regiones  $\Omega_i$ .

Otra opción para modelar objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas es modelar las partes que conforman el objeto heterogéneo de manera independiente y después aplicar un método de ensamblaje. En este caso, el objeto heterogéneo  $\Omega$  se puede describir como:

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^n \Omega_i$$

Donde  $\Omega_i$  es la  $i$ -ésima región que pertenece a  $\Omega$  y  $n$  es el número de regiones (ver Figura 4). Esto significa que dicho objeto conforma una partición del espacio.

Con base en la idea de particiones espaciales, varios investigadores [27], [28], [29], [30] proponen algunas estrategias de ensamblaje para modelar estructuras heterogéneas, todas ellas

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

con base en un software de diseño asistido por computador (CAD). Sin embargo, la creación de modelos 3D con base en CAD es un proceso completamente manual lo que el modelado de objetos heterogéneos extremadamente difícil, debido principalmente a las geometrías irregulares tanto de las estructuras heterogéneas que se está modelando como de sus partes constituyentes.

Otra técnica es utilizar funciones implícitas y aplicar conceptos de ingeniería inversa [31]. Esto se hace aislando primero cada región, extrayendo luego una nube de puntos de cada región, y finalmente construir una representación implícita a partir de las nubes de puntos de la cual se puede extraer la superficie. El método RAM (Region-aware modeling) descrito en [31] organiza las funciones implícitas, que representan las diferentes regiones del objeto heterogéneo, en un vector de funciones implícitas por medio del cual se manipula el modelo computacional. Esta representación permite que las regiones sean consideradas como un todo en lugar de partes aisladas del objeto heterogéneo, por ejemplo, en el modelo de la Figura 5 los tumores hepáticos se modelan como parte integral de un hígado humano.

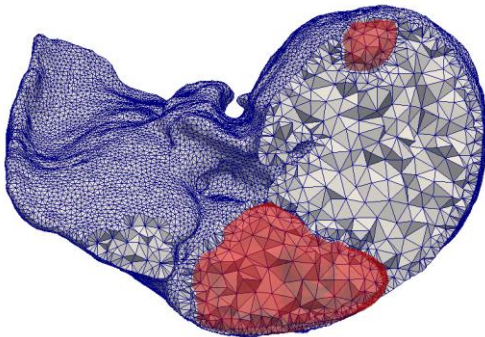


Figura 5. Modelado 3D de un hígado humano junto con tumores hepáticos incrustados en él.

## CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha presentado una revisión general sobre las técnicas de reconstrucción de superficie y la representación tanto de superficie como volumétrica que se utilizan para el modelado de objetos heterogéneos.

Uno de los primeros trabajos de referencia sobre el problema de la reconstrucción de superficies a partir de la nube de puntos es el publicado por Hoppe [14]. Desde entonces, la reconstrucción de superficie se ha convertido en un tema de investigación activo en computación gráfica y visión por computador. Como se vio al principio del documento, se han utilizado tres enfoques principales para reconstruir superficies a partir de nubes de puntos: superficie paramétrica, superficies simpliciales y superficies implícitas.

Básicamente, hay dos tipos de métodos para ajustar una superficie implícita a una nube de puntos: métodos de interpolación y métodos de aproximación, dentro de los cuales

se incluyen las RBF, la MPU y la reconstrucción de superficies de Poisson. Estos métodos no requieren una teselación uniforme del dominio de la función, y se conocen como métodos sin malla o métodos de Galerkin.

Formular la reconstrucción de una superficie implícita como un problema de Poisson ofrece una serie de ventajas. Muchos métodos de ajuste de superficies implícitas primero dividen los datos en regiones para un ajuste local y luego combinan estas aproximaciones locales utilizando funciones de fusión. Por el contrario, la reconstrucción de Poisson es una solución global que considera todos los datos a la vez, sin recurrir a particiones heurísticas y combinaciones. Por lo tanto, al igual que las funciones de base radial, la reconstrucción de Poisson crea superficies lisas que se adaptan de forma robusta a datos ruidosos. Pero, mientras que las RBF ideales son de soporte global y no decaen, la reconstrucción de Poisson admite una jerarquía de funciones de soporte local, y por lo tanto su solución se reduce a un sistema lineal disperso bien acondicionado.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente apoyado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá mediante el proyecto de investigación con código 3307857717.

## REFERENCIAS

- [1] G. Hu y Others, «Survey of recent volumetric medical image segmentation techniques» de Biomedical Engineering, InTech, 2009.
- [2] G. Farin, Curves and Surfaces for CAGD: a practical Guide, Morgan Kaufmann, 2002.
- [3] S. Chen, J. Zhang, H. Zhang, Q. Guan, Y. Du, C. Yao y J. Zhang, «Myocardial motion analysis for determination of tei-index of human heart» Sensors, vol. 10, n° 12, pp. 11428-11439, 2010.
- [4] Y. Liu, H. Yang y W. Wang, «Reconstructing B-spline curves from point clouds-a tangential flow approach using least squares minimization» pp. 4-12, 2005.
- [5] Y.-C. Tsai, C.-Y. Huang, K.-Y. Lin, J.-Y. Lai y W.-D. Ueng, «Development of automatic surface reconstruction technique in reverse engineering» The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 42, pp. 152-167, 2009.
- [6] Y. He y H. Qin, «Surface reconstruction with triangular B-splines» de Geometric Modeling and Processing, 2004.
- [7] M. Hoffmann, «Numerical control of kohonen neural network for scattered data approximation» Numerical Algorithms, vol. 39, pp. 175-186, 2005.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [8] D. Rogers, An introduction to NURBS with historical perspective, Elsevier, 2000.
- [9] H.-K. Zhao, S. Osher y R. Fedkiw, «Fast surface reconstruction using the level set method» de Variational and Level Set Methods in Computer Vision, 2001.
- [10] H. Edelsbrunner y E. Mücke, «Three-dimensional alpha shapes» ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 13, pp. 43-72, 1994.
- [11] N. Amenta, S. Choi, T. Dey y N. Leekha, «A simple algorithm for homeomorphic surface» de Proceedings of the sixteenth annual symposium on Computational geometry, 2000.
- [12] N. Amenta, S. Choi y R. K. Kolluri, «The power crust» de Proceedings of the sixth ACM symposium on Solid modeling and applications, 2001.
- [13] T. Dey y J. Giesen, «Detecting undersampling in surface reconstruction» de Discrete and Computational Geometry, 2003.
- [14] H. Hoppe, T. DeRose, T. Duchamp, J. McDonald y W. Stuetzle, Surface reconstruction from unorganized points, ACM, 1992.
- [15] J. Carr, R. Beatson, J. Cherrie, T. Mitchell, R. Fright, B. McCallum y T. Evans, «Reconstruction and representation of 3d objects with radial basis functions.» de Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, 2001.
- [16] M. Kazhdan, M. Bolitho y H. Hoppe, «poisson surface reconstruction» de Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing, 2006.
- [17] Y. Ohtake, A. Belyaev, M. Alexa, G. Turk y H.-P. Seidel, «Multi-level partition of unity implicits» ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 22, n° 3, pp. 463-470, 2003.
- [18] M. Kazhdan y H. Hoppe, «Screened poisson surface reconstruction» ACM Transactions on Graphics (ToG), vol. 32, n° 3, 2013.
- [19] W. Lorensen y H. Cline, «Marching cubes: A high resolution 3d surface construction algorithm» de ACM siggraph computer graphics, 1987.
- [20] E. Cohen, R. Riesenfeld y G. Elber, Geometric modeling with splines: an introduction, AK Peters/CRC Press, 2001.
- [21] P. Mullen, F. De Goes, M. Desbrun, D. Cohen-Steiner y P. Alliez, «Signing the unsigned: Robust surface reconstruction from raw pointsets» de Computer Graphics Forum, 2010.
- [22] T. Dey, F. Janoos y J. Levine, «Meshing interfaces of multi-label data with Delaunay refinement» Engineering with Computers, vol. 28, n° 1, pp. 71-82, 2012.
- [23] Z. Wu y J. M. Sullivan, «Multiple material marching cubes algorithm.» International Journal for Numerical Methods in Engineering, vol. 58, n° 2, pp. 189-207, 2003.
- [24] J. Bloomenthal y K. Ferguson, «Polygonization of non-manifold» de Proceedings of the 22nd annual conference on Computer graphics and interactive techniques, 1995.
- [25] B. Reitering, A. Bornik y R. Beichel, «Constructing smooth non-manifold meshes of multi-labeled volumetric datasets» 2005.
- [26] H.-C. Hege, M. Seebass, D. Stalling y M. Zöckler, «A generalized marching cubes algorithm based on non-binary classifications» 1997.
- [27] V. Kumar y D. Dutta, «An approach to modeling & representation of heterogeneous objects» Journal of Mechanical Design, vol. 120, n° 4, pp. 659-667, 1998.
- [28] K.-Z. Chen y X.-A. Feng, «CAD modeling for the components made of multi heterogeneous materials and smart materials» Computer-Aided Design, vol. 36, n° 1, pp. 51-63, 2004.
- [29] K.-H. Shin y D. Dutta, «Constructive representation of heterogeneous objects» Journal of Computing and Information Science in Engineering, vol. 1, n° 3, pp. 205-217, 2001.
- [30] J. Cheng y F. Lin, «Approach of heterogeneous bio-modeling based on material features.» Computer-Aided Design, vol. 37, n° 11, pp. 1115-1126, 2005.
- [31] M. Gómez-Mora, «Geometric Modeling of Complex Anatomical Structures Based on Implicit Functions» Contemporary Engineering Sciences, vol. 11, n° 43, pp. 2121-2133, 2018.
- [32] M. Bolitho, M. Kazhdan, R. Burns y H. Hoppe, «Parallel poisson surface reconstruction» de International symposium on visual computing, 2009.
- [33] K. Zhou, M. Gong, X. Huang y B. Guo, «Data-parallel octrees for surface reconstruction» IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 17, n° 5, pp. 669-681, 2011.
- [34] L. Barbour, «X-seed: A software tool for supramolecular crystallography» Journal of Supramolecular Chemistry, vol. 1, 2001.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [35] R. Do Rego y A. Araujo, «A surface reconstruction method based on self-organizing maps and intrinsic delaunay triangulation» de Neural Networks (IJCNN), The 2010 International Joint Conference on, 2010.
  
- [36] A. Galvez, A. Iglesias, A. Cobo, J. Puig-Pey y J. Espinola, «Bézier curve and surface fitting of 3Dpoint clouds through genetic algorithms, functional networks and least-squares approximation» de International Conference on Computational Science and Its Applications,



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Propuesta de un sistema de instrumentación para registrar vibraciones en estructuras

Roberto Carlos Laureano  
Mata

Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7471001559  
rclaureano@uagro.mx

Gustavo Adolfo Alonso  
Silverio

Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7471122838  
gsilverio@uagro.mx

Sulpicio Sánchez Tizapa  
Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7541048964  
sstizapa@uagro.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema de instrumentación para el monitoreo de vibraciones ambientales en una estructura. Para la elaboración se utilizó hardware y software libre.

La prueba se ejecutó durante tres días por la noche de 10pm a 10am, usando dos sensores LVDTs y un microcontrolador Arduino para procesar datos y enviarlos a una aplicación desarrollada en lenguaje Java, con la finalidad de visualizarlos en tiempo real y guardarlos en un documento de texto, para posterior análisis. El registro obtenido muestra dos tipos de vibración; durante el primer periodo entre las 10pm a 1am y 6am a 10am muestra una alta actividad, mientras que el segundo, entre la 1am y 6am las vibraciones son más bajas, por lo general el sensor horizontal registro vibraciones más altas. El sistema aquí desarrollado servirá como base para entender y construir otros sistemas más complejos que puedan utilizarse en el monitoreo de estructuras.

### ABSTRACT

In this article presents the development of an instrumentation system for monitoring environmental vibrations in a structure.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

For the elaboration we used hardware and free software.

The test was run for three days at night from 10pm to 10am, using two LVDTs sensors and an Arduino microcontroller to process data and send them to an application developed in Java language, in order to visualize them in real time and save them in a text document, for later analysis. The record obtained shows two types of vibration; during the first period between 10pm to 1am and 6am to 10pm shows a high activity, while the second, between the 1am and 6am the vibrations are lower, usually the horizontal sensor record higher vibrations. The system developed here will serve as a basis for understanding and building other more complex systems that can be used in the monitoring of structures.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Software engineering:** Monitoring systems

### Términos Generales

Programación, instrumentación

### Palabras clave

Instrumentación, monitoreo de vibraciones, Arduino, LVDT.

### Keywords

Instrumentation, vibration monitoring, Arduino, LVDT.

### INTRODUCCIÓN

La vibración es un fenómeno, un movimiento provocado por fuerzas externas [1], los sismos son una de las principales causas. Por otro lado, todo elemento existente (edificios, puentes y túneles) está expuesto a fuerzas que provocan movimiento, por lo que es necesario realizar análisis para evaluar su salud estructural. Por tal razón se propone un sistema de registro de las vibraciones y con captura de información, con la cual un experto determinará el estado de la estructura [2].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## OBJETIVOS

Desarrollar un sistema de instrumentación mediante sensores de desplazamiento y registro de información para evaluar las vibraciones causada por el ambiente en estructuras.

14	14.5	14.53
10	11.9	11.93
60	60.6	60.62

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología empleada se describe a continuación\_ ver figura 1.

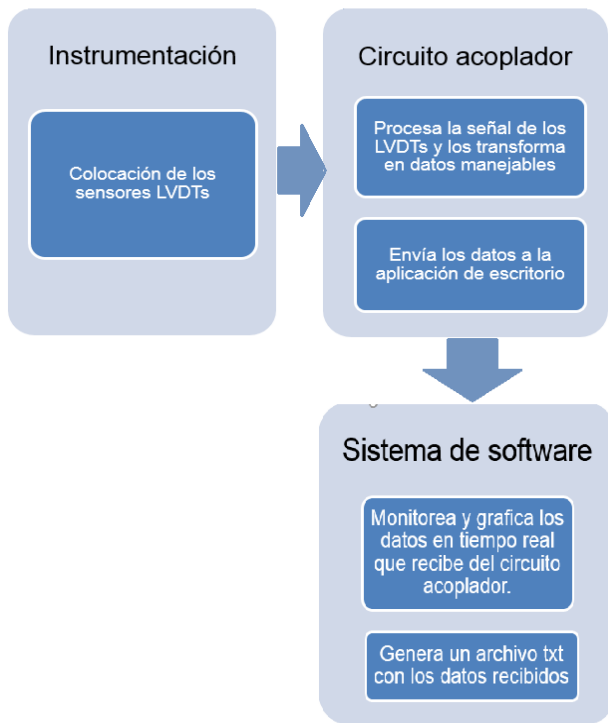


Figura 1. Metodología utilizada en el sistema.

### a) Calibración del transformador diferencial variable lineal (LVDT)

Como primer paso se calibró el sensor LVDT con un micrómetro digital obteniendo los siguientes resultados (véase tabla 1).

Tabla 3. Calibración del LVDT (mm).

Medida real	LVDT	Micrómetro Digital
20	20	20.02
17	17.1	17.13

### b) Diseño del circuito acoplador

A continuación, se realizó el diseño de un circuito para acoplar el sensor LVDT con el Arduino nano [3] de forma práctica. Para el cual se utilizó placa de baquelita. El software implementado fue PCB Wizard por su fácil manejo. Este diseño tiene capacidad para 4 sensores (véase figura 3).

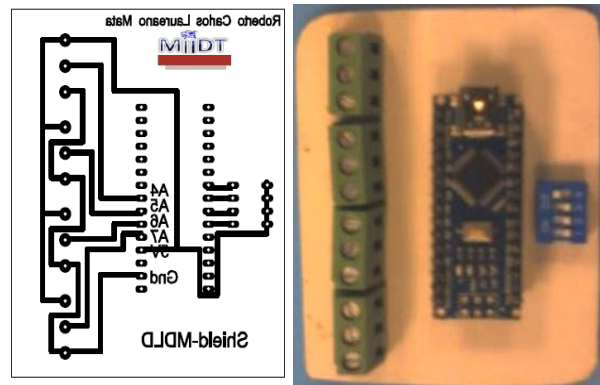


Figura 3. Diseño y fabricación del circuito acoplador.

### c) Desarrollo del sistema de captura de datos

El sistema de software se desarrolló en lenguaje Java [4], con la herramienta JFreeChart [5] implementada para graficar los datos recibidos del circuito nodo en tiempo real. También se creó un módulo para guardar los datos en un archivo de texto, con la opción de seleccionar los sensores a utilizar (1 a 4 canales) y la frecuencia de registro (véase figura 5).

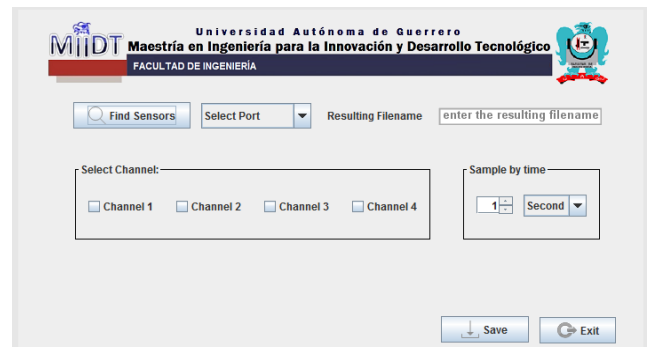


Figura 5. Registro de los datos recibidos del circuito acoplado.

### d) Elaboración del péndulo para registro

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## de vibraciones

Para registrar la vibración se construyó un péndulo que tenía un peso de 19.62N (2kgf) y una rigidez del resorte de 22.95N/cm por lo que su periodo fue 0.18seg [6][7]. El sistema se sujetó de un marco con una placa fija como base de referencia. Los LVDT se conectaron a la masa del péndulo, (ver figura 6).

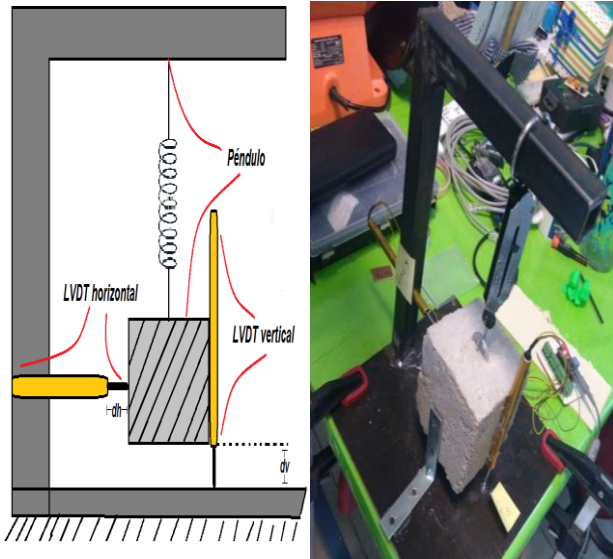


Figura 6. Instrumentación del péndulo.

## RESULTADOS

El sistema se colocó sobre una mesa en el 4to piso de un edificio de concreto ubicado en CU-Sur (Chilpancingo, Gro) (véase figura 6) para registrar la vibración ambiental durante tres noches, la frecuencia de registro fue de 2 muestras por segundo. Las figuras "a" 7 y 8 muestran el registro bruto obtenido, sin embargo para conocer los desplazamientos reales se hizo una corrección a línea cero, es decir se calculó el promedio de todas las lecturas en cada registro, y el cual fue restado a éstas. Las figuras "b" 7 y 8 muestran los desplazamientos reales en mm.

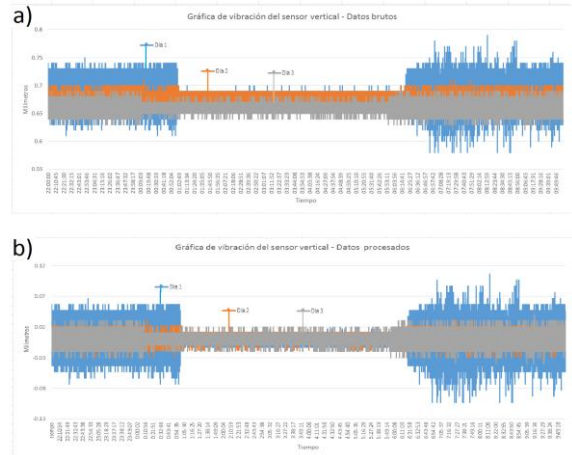


Figura 7. Datos del sensor vertical.

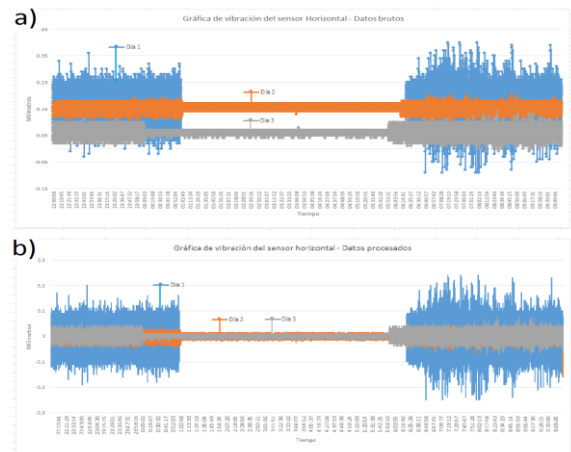


Figura 8. Datos del sensor horizontal.

En el caso práctico de registro de vibración ambiental en estructuras se utiliza el espectro de Fourier, solo como muestra se tomaron 16,000 puntos de los registros para obtener dicho espectro utilizando el programa Degtra 4 [8] (ver figura 9 y 10).

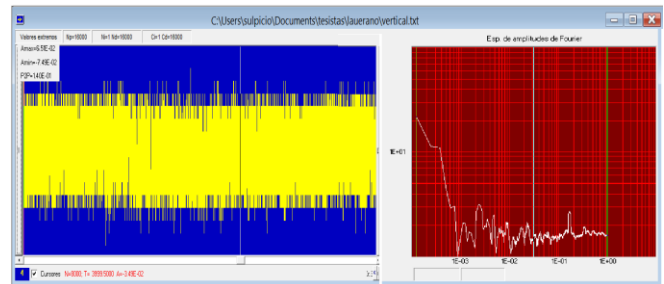


Figura 9. Espectro de amplitud de Fourier del sensor vertical.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

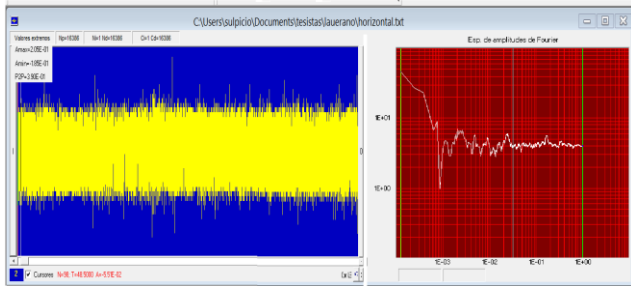


Figura 10. Espectro de amplitud de Fourier del sensor horizontal.

En la tabla 2 se indican los desplazamientos máximos obtenidos y mínimos registrado para ambos sensores.

Tabla 2. Valores máximos y mínimos (mm).

Sensor	Día 1	Día 2	Día 3
Vertical - Max	0.106	0.031	0.039
Vertical - Min	-0.103	-0.028	-0.040
Horizontal - Max	0.240	0.045	0.080
Horizontal - Min	-0.249	-0.154	-0.069

A continuación, se presenta el costo de la fabricación del sistema que se está proponiendo (ver tabla 3).

Tabla 3. Costo de fabricación en pesos.

N°	Insumo	N° piezas	Precio
1	Arduino Nano	1	\$120
2	LVDT	2	\$980
3	Placa de baquelita (10x10)	1	\$15
4	Clemas	4	\$10
5	Base dip	1	\$10
6	Resorte	1	\$60
7	Pieza de cemento	1	\$15
8	Estructura metálica	1	\$700
9	Software propuesto	1	Gratis
Precio total:			\$1910

## CONCLUSIONES

El sistema se desarrolló utilizando software y hardware libre por lo que a su vez es de bajo costo. Con base a los resultados obtenidos es posible pensar en su aplicación en estructuras reales. Se identificaron dos tipos de vibración, entre las 10pm a 1am se registraron las vibraciones más altas mientras que de 1am a 6am las vibraciones fueron más bajas, así mismo por lo general el sensor horizontal registro las vibraciones más altas.

Con ayuda del software Degtra 4 se obtuvo el periodo fundamental de vibración, el cual es necesario para el diseño sísmico de una estructura.

Este sistema, además, podrá ser usado en un didáctico para la enseñanza de las unidades de aprendizajes de ingeniería civil.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a mis asesores del posgrado.

## REFERENCIAS

- [1] C. Quiroz-Cotrinal, "MONITOREO DE VIBRACIONES CAUSADAS POR VOLADURAS EN TALUDES," vol. 2(2):, pp. 53-61, 2014.
- [2] LabSen, "Laboratorio de Sensores e Instrumentación," Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, [Online]. Available: <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/LVDT/lvdt.pdf>. [Accessed 24 Noviembre 2016].
- [3] "Arduino," [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. [Accessed 01 12 2016].
- [4] ORACLE, "Java," ORACLE, [Online]. Available: <https://www.java.com/es/download/>. [Accessed 29 08 2017].
- [5] <http://www.jfree.org/jfreechart/>, "JFreeChart," [Online]. Available: <http://www.jfree.org/jfreechart/>. [Accessed 08 2017].
- [6] Vera Lázaro. (V. L). (Noviembre 2011). Dinamica estructural. Lima Peru. Macro
- [7] W. Seto (W.S). (Abril 1977). Vibraciones mecánicas. Mexico. McGRAW-HILL
- [8] Programa Degtra 4. Mario Ordaz (II. UNAM), C Montoya Dulché (CENAPRED). 1990.

## Sistema de Evaluación al Desempeño del Personal Docente con una propuesta de solución adaptativa

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Jiménez García Juan Antonio  
Instituto Politécnico Nacional  
CIDETEC  
Av. "Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-6000 Ext. 52516  
jigja2810@hotmail.com

Rodolfo Romero Herrera  
Instituto Politécnico Nacional  
ESCOM  
Av. "Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-600 Ext. 52040  
rromeroh@ipn.mx

Silva García Víctor Manuel  
Instituto Politécnico Nacional  
CIDETEC  
Av. "Juan de Dios Bátiz" s/n esq.  
Miguel Othón de Mendizábal, Col.  
Nueva Industrial Vallejo, Del.  
Gustavo A. Madero, Ciudad de  
México, C.P. 07700  
(55)5729-6000 Ext. 52516  
vsilvag@ipn.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

## RESUMEN

Siendo la Web un proveedor de información compleja y extensa, la idea de innovar se ha orientado a la creación del Diseño Web Adaptativo como una solución a la presentación del sitio en cualquier medio portátil. Las posibilidades y beneficios de este método han sido aceptadas y adoptadas por una gran parte de desarrolladores de páginas.

Con base en lo anterior, las instituciones de educación tienen la necesidad de apoyarse diversificando las aplicaciones con las que pueden administrar los recursos que ofrecen en la misma; es decir, son cada vez más dependientes de la administración sistematizada para control de personal, estudiantil y de recursos didácticos aplicados por los docentes y manipulados por los estudiantes.

## ABSTRACT

Being the Web a supplier of complex and extensive information, the idea of innovating has been orientated to the creation of the Web Adaptative Design as a solution to the presentation of the site(place) in any portable way. The possibilities and benefits of this method have been accepted and adopted on a developers'

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México. Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

great part(report) of pages.

With base in the previous thing, the institutions of education have the need to rest(rely) diversifying the applications with those who can administer the resources that offer in the same one; it(he,she) is to say, they are increasingly dependent on the administration systematized for control of personnel, student and on didactic resources applied by the teachers and manipulated by the students.

## Términos Generales

Programación Web  
Desarrollo de un sitio Web  
Diseño Web Responsivo

## Palabras clave

Evaluación, Docente, Diseño Web responsivo

## Keywords

Evaluation, Teacher, Web Design responsive

## INTRODUCCIÓN

La evaluación es una herramienta que permite medir e incidir en las transformaciones a las prácticas educativas, se ha convertido en una de las cuestiones preponderantes del discurso y de las actividades propias de la planeación en la educación; y pone a la vista todas concepciones sobre la escuela, los alumnos, la profesión y la tarea educativa [1].

La evaluación docente empezó a tener un papel estratégico dentro del Sistema Educativo Nacional (SEN) en la década de los noventa: en 1992 se expidió el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica, una de sus finalidades era atender a la formación profesional del docente, por lo tanto, era necesario fortalecer la capacitación y actualización permanente de los profesores que se encontraban en servicio. En



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

### XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

1993 se inició con el Programa Nacional de Carrera Magisterial, cuyo propósito principal era el de promover la profesionalización de los docentes, directivos y asesores técnico pedagógicos (ATP) del SEN, mediante un mejor salario para que los profesores considerados como buenos se mantuvieran dentro del grupo [2].

La Universidad Autónoma de Guerrero, en sus diferentes áreas administrativas y de control escolar, cuenta con la encomienda de organizar la información para entrega de indicadores a las diversas instituciones, tanto al interior como al exterior de la misma universidad; para ello se requiere de evidencias tangibles de que la información solicitada está disponible y es posible validarla en cualquier momento.

Además de la Universidad Autónoma de Guerrero hay otras universidades que tienen un sistema en línea que evalúa el desempeño de su personal docente. Como ejemplo de solo algunas de las universidades más representativas que cuentan con un sistema en línea para evaluar el desempeño del personal docente, se encuentra el Colegio Santiago de León de Caracas, en Caracas, Venezuela (internacionalmente), en México se pueden listar a la Universidad Veracruzana; la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; la Universidad del Estado de Sonora y la Universidad Autónoma del Estado de Coahuila. Y de forma regional o local en el Estado de Guerrero, además de la Universidad Autónoma de Guerrero, se encuentran los Sistemas Tecnológicos Federales y descentralizados. Las anteriores si mencionar que existen instituciones privadas que están obligadas a evaluar a sus docentes.

Con base a lo anterior las instituciones públicas tienen como necesidad la de evaluar el desempeño del personal docente en ambos niveles: medio superior (preparatorias) y superior (licenciaturas y posgrados); con la tendencia y exigencia de un sistema Web que facilite al alumno el proceso de evaluar a su docente por medio de una encuesta discreta y confiable.

Al interior de la UAGro, se solicitó implementar un Sistema de Evaluación para apoyar las exigencias que la SEP tiene al momento de ser justificados los recursos otorgados para este fin. Para desarrollar el sitio Web se utilizó la metodología ágil incremental que se describe a continuación en la tabla 1, con las características de los tipos de metodología ágil más utilizados en el desarrollo de proyectos Web.

Tabla 1 Características de los diferentes tipos de metodologías ágiles más utilizados.

Tipo de metodología ágil	Características
SRUM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de software iterativos incrementales basados en prácticas ágiles.</li> <li>La calidad del resultado se basa principalmente en el conocimiento innato de las</li> </ul>

	<p>personas en equipos auto organizados, antes que en la calidad de los procesos empleados.</p>
Programación extrema- XP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo.</li> </ul>
KANBAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utiliza para controlar el avance del trabajo, en el contexto de una línea de producción. El Kanban está dentro de la estrategia Kaizen, es decir, la mejora continua y continuada.</li> </ul>

Para la creación de la plantilla del sitio Web se utilizó un Framework llamado Bootstrap para el diseño Web responsivo, es decir, este Framework ayuda a que un sitio Web se adapte a los dispositivos móviles. A continuación, en la tabla 2 se listan los diferentes Framework que existen además de Bootstrap para el diseño Web responsivo.

Tabla 2 Ventajas y desventajas de los frameworks para el diseño Web responsivo

Framework	Ventajas	Desventajas
Materialice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se basa en el material design de Google</li> <li>Ofrece una amplia gama de componentes modernos</li> <li>Ofrece una amplia gama de componentes modernos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ofrece pocas plantillas y dispone de pocas extensiones.</li> <li>Solo es compatible con las últimas versiones de los navegadores.</li> </ul>
Semantic	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más de 3.000 clases semánticas</li> <li>Soporta Sass y Less</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy complejo</li> <li>Gran parte de componentes CSS solo funciona con JavaScript</li> </ul>
Foundation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Código de programación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solo algunas plantillas disponibles</li> </ul>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

reducido	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clases CSS implementadas.</li><li>• Ofrece soporte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemas con versiones anteriores (o no actualizadas) de Internet Explorer</li><li>• No soporta Less</li></ul>
----------	--	---

## Objetivo General

Desarrollar un sistema Web utilizando las herramientas actuales, que mejore la imagen y funcionalidad adquiriendo mayor importancia en los procesos que realizan.

## Objetivos Específicos

- Analizar las diferentes metodologías de desarrollo a fin de escoger la que más se adecue al problema a resolver.
- Desarrollar un sistema Web de encuestas que permita evaluar el desempeño de los docentes.
- implementar herramientas Web para hacer una página más dinámica y facilitar el diseño Web (maquetación).

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para el desarrollo del sistema Web se utilizó una metodología ágil de Programación extrema-XP, porque es la que mejor se adaptó a los requerimientos del sistema, ya que hubo un constante cambio en ellos además es el que más se adecua para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, donde existe un alto riesgo técnico.

A continuación se muestran las fases de la programación extrema-XP:

1. Planificación del Proyecto
2. Diseño
3. Codificación
4. Pruebas

## DESARROLLO

En el proceso de desarrollo del sistema se describen como fueron implementadas cada una de las fases de la metodología de Programación extrema-XP:

**Planificación del proyecto:** La ESDEPED (Programa de Estímulos al Desempeño del Personal Docente) perteneciente a la UAGro y administrada por la Dirección General de Planeación, evalúa a través de la elaboración de encuestas en papel y sigue el mismo procedimiento tradicional para la recolección y tabulación de los datos, retardando los resultados incrementando o disminuyendo el tiempo del volumen de la muestra.

El margen de error es mayor ya que la información se maneja de forma manual; por lo que no se dispone de un control del proceso en general.

En el escenario, se propone la utilización de herramientas Web actuales para el diseño responsivo, esto automatizará ya que el usuario podrá contestar la encuesta desde su dispositivo móvil, lo anterior requiere una computadora de escritorio o laptop, para la realización de la evaluación de una forma automatizada, una vez implementado el sistema Web se realizará una encuesta para medir el desempeño docente, para ello el estudiante deberá registrarse y una vez hecho eso, iniciar sesión para contestar el instrumento.

En el escenario esperado Los resultados al poner en marcha el proyecto se pretende automatizar el diseño del sistema Web utilizando herramientas actuales, los resultados son apegándose a un diseño responsivo, es decir, que se adapte a los dispositivos móviles del momento (Véase Figura 1).



Figura 1 Sistema que se adapta a los dispositivos móviles

## Diseño:

En la parte de diseño se trabajó con las siguientes herramientas: HTML 5, Bootstrap 3.3.7, CSS 3, JQuery 3.3.2, AJAX; las herramientas antes mencionadas se ejecutan del lado del cliente es decir, son todas tecnologías que se ejecutan del lado del navegador (también conocida como Front-End).

En la Figura 2 se muestran los logotipos representativos de cada herramienta.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 2 Herramientas (visualwebz, 2018).

## Maquetando la plantilla del sistema Web con Framework para el diseño Web responsivo

Para la maquetación de la plantilla se trabajó con Bootstrap, este Framework permite al usuario diseñar la plantilla de su sitio Web ahorrando código, permite que los sitios Web sean responsivos, es decir, que se adapten a cualquier dispositivo móvil ya sea una computadora de escritorio, una computadora portátil, teléfono inteligente e integrando a su vez las herramientas como HTML5, CSS, JQuery, AJAX.

Segun Solis, J. [3] Bootstrap (Véase Figura 3), es un Framework que permite crear interfaces Web con CSS y JavaScript, cuya particularidad es la de adaptar la interfaz del sitio Web al tamaño del dispositivo en que se visualice. Es decir, el sitio Web se adapta automáticamente al tamaño de una PC, Tablet u otro dispositivo. Esta técnica de diseño y desarrollo se conoce como “responsive design” o diseño responsivo.



Figura 3 Logotipo de Bootstrap (página oficial de Bootstrap, 2018)

## Codificación:

En esta parte se trabaja [4] en el Back-End es decir esta enfocado en hacer que todo lo que está detrás de un sitio Web funcione correctamente. Toma los datos, los procesa y los envía

al usuario, además de encargarse de las consultas o peticiones a la Base de Datos, la conexión con el servidor, entre otras tareas que debe realizar en su día a día. Cuenta con una serie de lenguajes y herramientas que le ayudan a cumplir con su trabajo como PHP, Ruby, Python, JavaScript, SQL, MongoDB, MySQL, etc; estos son usados para crear sitios dinámicos. Como en muchos sitios la información se encuentra en constante cambio o actualización, una buena capacidad de respuesta y una velocidad óptima del sitio son responsabilidades que un Back-End debe de afrontar [5].

Cómo se mencionó existen múltiples lenguajes de programación para el desarrollo Web; para la creación del sitio Web de la ESDEPED se utilizó PHP (Véase Figura 4) (trabaja del lado del Back-End) puesto que es el más utilizado para desarrollo de sitios Web, es Open Source (código libre), es multiplataforma, es decir, permite operar en varios sistemas operativos (Linux, Unix, Windows, Mac OS), es fácil de aprender, existe soporte técnico en para el que el usuario puede interactuar con otro pares y resolver dudas, tiene soporte para distintas bases de datos y se integra perfectamente con HTML, CSS, JavaScript, Ajax y JQuery. Y como gestor de base de datos para este sistema se utilizó MySQL.



Figura 4 Logotipo de PHP (lenguajephp.com)

## Pruebas:

Uno de los pilares de la metodología XP es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que se estén implementando.

El uso de los test en XP es el siguiente:

Se deben crear las aplicaciones que realizarán los test con un entorno de desarrollo específico. Hay que someter a test las distintas clases del sistema omitiendo los métodos más triviales. Se deben crear los test que pasarán los códigos antes de implementarlos.

## RESULTADOS

A continuación, se mencionan los resultados obtenidos del entorno Web y se comprueba que este sistema es funcional y que es responsivo (como se propuso desde un inicio se adapta a los dispositivos móviles) (véase figura 5) y que cumple con lo esperado, es decir, cumple con las necesidades en la evaluación de la ESDEPED; permitiendo que los alumnos puedan hacer el proceso de evaluación el desempeño académico respecto a sus docentes. El sistema cuenta como soporte con un manual (descargable en formato electrónico) de usuario (alumno y

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

administrador del sitio Web), el cual muestra el proceso detallado de cada función.



Figura 5 Ejemplo del Sistema Web en distintos dispositivos

Registro de nuevo usuario al sistema:

- El usuario accede al link del sistema Web <http://www.evaluacion-esdeped.uagro.mx/login.php>
- Aparecerá la pantalla de registro al sistema (véase figura 6), el usuario ingresa sus datos: matricula, nombre completo (nombre(s), apellidos), correo electrónico, nombre de usuario, password y repite password.

A registration form titled 'Registrarse' with the following fields: Matricula, Nombre, Apellido paterno, Apellido materno, correo electronico, Nombre de Usuario (Maximo 8 caracteres), Password (maximo 8 caracteres), and Repetir Password. At the bottom, there is a checkbox for 'No soy un robot' with a reCAPTCHA logo and an 'Aceptar' button.

Figura 6 Página de registro del estudiante

Inicio de sesión:

- Después de registrarse automáticamente manda a la página de

inicio de sesión (véase figura 7). El usuario podrá ingresar sus datos: usuario y password, se validan que los datos sean correctos (véase figura 8), una vez validados el usuario puede iniciar sesión

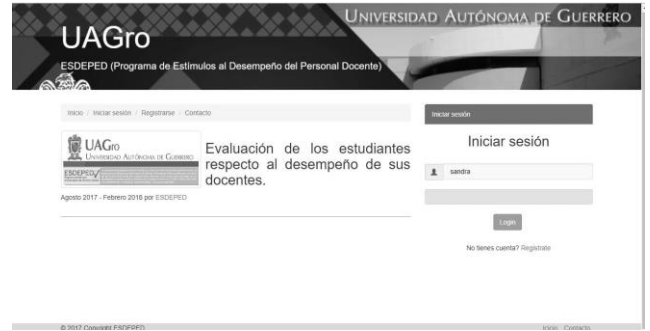


Figura 7 Página de login (inicio de sesión)

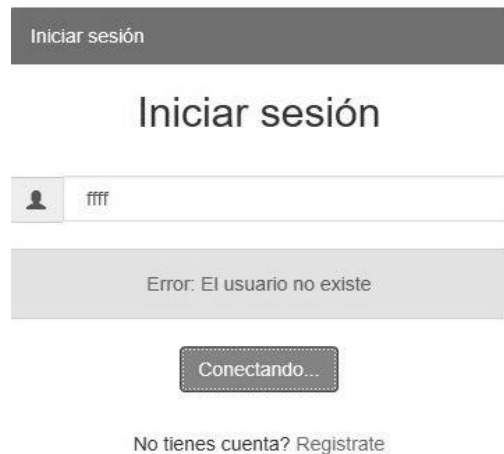


Figura 8 Validando datos de usuario

- Si el usuario y contraseña son correctos redirige usuario a la página principal del sistema (véase figura 9), donde se tiene la barra de navegación lateral con las siguientes opciones: inicio, perfil de usuario (donde el usuario puede modificar sus datos), encuestas (si el usuario es estudiante de nivel superior o nivel medio superior dará clic en la opción que le corresponda, para realizar la encuesta correspondiente), cerrar sesión.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia  
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial  
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 9 Página principal del sistema

Alta de unidades de aprendizaje y docente a evaluar:

- Si el usuario dio clic en nivel superior o nivel medio superior mandará a la siguiente pantalla que se muestra a continuación (véase figura 10). En esta parte de la página es donde se dará de alta la unidad de aprendizaje y al docente que la imparte. Después de llenar los campos confirmar los datos para realizar la encuesta (véase figura 11 y figura 12).

Figura 10 Alta de unidades de aprendizaje y docente a evaluar

Figura 11 Confirmando datos de usuario

Figura 12 Encuesta para evaluar al docente

Página del administrador del sitio Web:

El administrador inicia sesión (véase figura 13) una vez validado sus datos lo direcciona a la página principal (véase figura 14).



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia  
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial  
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

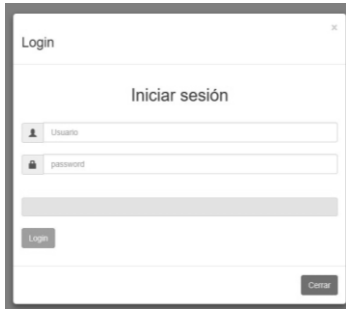


Figura 13 Login

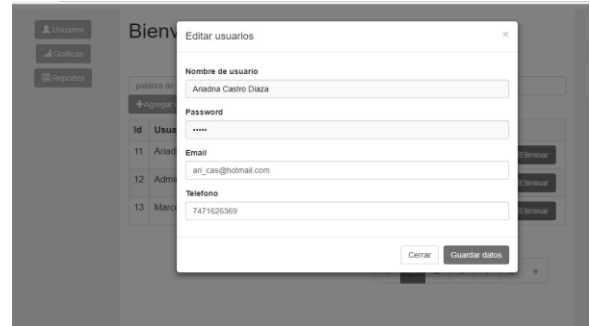


Figura 17 Modificando usuario



Figura 14 página principal del sitio

En la figura 15 muestra todos los usuarios registrados en el sistema, donde hay las siguientes opciones: agregar (véase figura 16), modificar (Véase figura 17) y eliminar.



Figura 15 Usuarios registrados

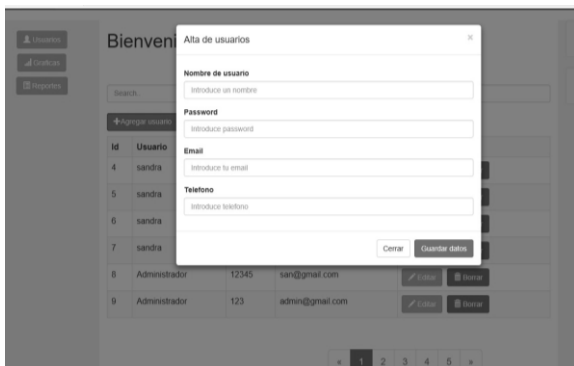


Figura 16 Agregando nuevo usuario al Sistema Web

## CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo se ha comprobado que este sistema Web cumple con los resultados esperados, los cuales son: permite que el usuario pueda acceder desde cualquier dispositivo móvil ya que es responsivo, permitiendo con ello que el estudiante principalmente pueda realizar de forma fácil y exitosa la evaluación al docente.

Llegar a cualquier tipo de usuario con un sitio Web es un gran reto, y gracias al diseño Web responsivo este objetivo se encuentra cada vez más cerca, a través de las nuevas tecnologías cada día es más fácil implementar un sitio Web para cualquier tipo de dispositivo sin diferencia entre resoluciones y tamaño de los dispositivos móviles.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Guerrero, que es una institución donde me da la oportunidad de realizar este Sistema Web que permite evaluar el desempeño del personal docente.

A los Asesores el Dr. René Edmundo Cuevas Valencia por su apoyo incondicional y su paciencia y al Dr. Arnulfo Catalán Villegas por compartir sus enseñanzas.

## REFERENCIAS

- [1] Martínez-Chairez, G. I., & Guevara-Araiza, A. (2015). La evaluación del desempeño docente. Ra Ximhai, 11(4), pags. 13.
- [2] Salazar-Pastrana, A., Pool Cibrián, W., & Durán Pérez, A. (2014). Evaluación educativa, en la mejora de la educación. Mérida, Yucatán, México: SEGEY.
- [3] Solís, J. (26 de 09 de 2014). ¿Qué es Bootstrap y cómo funciona en el diseño web? Obtenido de: <https://www.arweb.com/chucherias/¿que-es-bootstrap-y-como-funciona-en-el-diseño-web/>

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [4] EcuRed. (julio 28, 2018). Programación Extrema (XP). Obtenido de: [https://www.ecured.cu/Programación\\_Extrema\\_\(XP\)](https://www.ecured.cu/Programación_Extrema_(XP))
- [5] Guevara Benites. A. (30 de julio de 2017). Frontend y Backend. Obtenido de: <https://decode.la/blog/frontend-y-backend/>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema de gestión del proceso evaluador para publicaciones científicas

José Adán Catalán  
Osegeuda

Universidad Autónoma de Guerrero Av.  
Javier Méndez Aponte s/n  
Col. 14 de febrero. Chilpancingo,  
Gro. México  
+52 (747) 4719310 Ext. 4105  
jacatalan@uagrovirtual.mx

Juan Baltazar Cruz Ramírez  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Av. Javier Méndez Aponte s/n  
Col. 14 de febrero. Chilpancingo,  
Gro. México

+52 (747) 4719310 Ext. 4107  
cruzramirez@uagrovirtual.mx

Pável Ernesto Alarcón Ávila  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Av. Javier Méndez Aponte s/n  
Col. 14 de febrero. Chilpancingo,  
Gro. México

+52 (747) 4719310 Ext. 4105  
pavel\_alarcon@uagrovirtual.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Se diseñó un sistema de gestión del proceso evaluador para publicaciones científicas, sustentado en los procesos que conforman el desarrollo del flujo editorial por el que transcurre un artículo científico, desde el momento en que el autor se da de alta en el sistema y envía un artículo, hasta su evaluación. Fue desarrollado mediante la programación de un sistema de administración base de datos, que permite administrar a los usuarios del mismo mediante un sistema jerárquico de acceso y generar los resultados e informes relacionados con la evaluación de los artículos a valorar, proporcionando la evaluación cuantitativa, el nivel de aceptación del artículo y las observaciones pertinentes a la evaluación, generando reportes en formato PDF para el comité evaluador y los autores, enfocándose en la usabilidad de la plataforma y en la transmisión de los resultados mediante el uso de varias opciones de comunicación entre los usuarios.

### ABSTRACT

Design of a management system for the process of evaluation

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018. Universidad Autónoma de Guerrero

related with scientific publications, based on development of editorial flow for validation of scientific articles, from the moment in which authors register their articles in the system, until its evaluation. It was developed through programming of a database management system, which allows users to manage the process through a hierarchical access system and further generation of results and reports related to evaluation of articles, providing quantitative evaluation, level of acceptance of the article and comments and observations related with evaluation. In the same way, this system generates reports in PDF format for the academic committee and authors, focusing on usability of the platform and transmission of results through use of several communication options between the users.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Information systems ~ DBMS engine architectures

### Términos Generales

Sistemas de Información, Sistemas de Información de Bases de datos, Proceso Editorial.

### Palabras clave

DBMS, base de datos, editorial.

### Keywords

DBMS, database, editorial.

### INTRODUCCIÓN

Un sistema de administración de bases de datos (*Data Base Manager System*) o DBMS por sus siglas en inglés, es un software de sistema para crear y administrar bases de datos. El DBMS proporciona una forma sistemática de crear, recuperar, actualizar y administrar datos, así como los resultados que de

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

estos procesos se obtengan, esto es, que un DBMS hace posible que los usuarios finales creen, lean, actualicen y eliminen datos en una base de datos. Sirve como una interfaz entre la base de datos y los usuarios finales y/o sus programas de aplicación, organizando los datos de manera coherente y accesibles [1], [2], [3], [4].

El DBMS maneja entre otras opciones, tres cosas fundamentales en Este tipo de sistemas: los datos, el motor de la base de datos que permite acceder, bloquear y modificar los datos y la organización de la base de datos que define su estructura lógica. Estos tres elementos fundamentales ayudan a proporcionar simultaneidad, seguridad, integridad de los datos y procedimientos de administración homogéneos. Las tareas típicas de administración de bases de datos admitidas por el DBMS incluyen administración de cambios, monitoreo, registro y la auditoría de la actividad.

Esto permite que un DBMS nos permita acceder a una vista centralizada de los datos administrados y hacerlos accesibles a múltiples usuarios desde múltiples medios de acceso, todo esto de forma controlada y supervisada, lo que le permite al DBMS limitar el acceso a qué datos puede ver el usuario final y como puede ver esos datos.

Un acceso jerárquico de los usuarios necesariamente proporciona varias vistas de un único esquema de base de datos, dependiendo de sus privilegios en el sistema, pero sin que los usuarios finales entiendan o tengan que ver dónde se encuentran físicamente los datos o en qué tipo de medio de almacenamiento se alojan ya que el DBMS maneja todas las solicitudes.

El sistema diseñado permite a los usuarios finales acceder y usar los mismos datos mientras la integridad de los datos no se ve comprometida ya que se estableció una organización lógica y estructurada en los datos, sustentada en el proceso de evaluación editorial para artículos científicos y respetando la formalidad de este proceso.

## OBJETIVOS

Diseñar, programar y poner en marcha un sistema de administración de bases de datos para la gestión del proceso evaluador para publicaciones científicas, sustentado en los procesos que conforman el desarrollo del flujo editorial por el que transcurre un artículo científico.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

De acuerdo con Martínez de Sousa, la revisión de un artículo científico, su corrección y preparación para una futura edición, comprende desde la concepción del manuscrito hasta la retroalimentación de los autores sobre su calidad y contenido.

Cada publicación tiene su muy particular formato editorial, así como su manera de orientar su trabajo editorial, cuyo resultado presenta características muy diferentes a las comerciales. Dependiendo del área y la comunidad que consulta estas publicaciones, se hace necesario que éstos artículos sean de buena calidad y con un contenido confiables de acuerdo a los cánones científicos establecidos por las comunidades que

constituyen esa área específica de la ciencia y sobre todo, que aporten conocimiento innovador y actual.

Para muchos autores que escriben sobre las revistas y los artículos científicos, es desconocido en detalle el proceso de evaluación editorial y la importancia de cada paso.

Está claro que los responsables de la evaluación de artículos científicos siempre aspiran a que sus publicaciones sean del más alto nivel de calidad, pero esto solo se logra con el establecimiento de una metodología adecuada para su evaluación.

Este trabajo no pretende realizar una descripción detallada del proceso de evaluación, pero si detallar la metodología y herramientas usadas en su diseño y desarrollo, así como el proceso que se sigue desde la recepción del artículo hasta el documento final que indica el resultado de la evaluación y las observaciones pertinentes en caso de necesitar correcciones para mejorar su calidad.

## Herramientas de diseño utilizadas.

El diseño de éste proyecto requirió de la combinación de herramientas de administración de bases de datos tales como MySQL como un sistema de gestión de base de datos relacional (*Relational Data Base Manager System*), basado en lenguaje de consulta estructurado (*Structured Query Language*), así como el desarrollo de código en PHP (*PHP Hypertext Preprocessor*) y la integración dentro del código diseñado de elementos de JAVA Script (abreviado comúnmente como JS), utilizando JQuery como una librería de JavaScript, lo que ayudó a agregar interactividad al sistema. Se utilizó HTML 5 (*Hyper Text Mark Language*) en mucho del diseño de las pantallas de captura de información, así también como de un Framework de front-end llamado Bootstrap el cual permite crear interfaces web con CSS y JavaScript una gran ventaja es que es open source, las interfaces realizadas con este framework son “responsive design” o diseño adaptativo, lo que permite adaptarse a cualquier dispositivo en donde se desee ver el contenido del sistema [1], [2], [3], [4], [5].

Para la comunicación del resultado final, se utilizó la librería de FPDF, y una API de WhatsApp para la comunicación de resultados mediante mensaje telefónico y PHPMAILER para la comunicación de los resultados mediante correo electrónico.

## Administradores del sistema y tipos de usuario.

Un factor determinante en la calidad de una artículo es el trabajo en conjunto de todos los miembros de su comité académico, que en muchos casos, es el responsable de la evaluación del contenido del artículo, así como de conformar el equipo de evaluadores que llevarán a cabo ésta tarea, enfocados en garantizar el desarrollo y funcionamiento estable del proceso de evaluación, que en el caso del sistema desarrollado, arranca con la inscripción del usuario y una posterior asignación de las características y privilegios asignados ya sea por el Administrador del sistema o en el caso de los autores, escogiéndolo de antemano al inscribirse (véase figura 1).

Esto permite establecer al proceso de evaluación y a los Coordinadores de Sección y Evaluadores, así como al Comité Académico, lo que establecer al organismo responsable de la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

evaluación, mediante la integración y asignación de tareas y herramientas específicas dentro del proceso evaluativo, que respondan satisfactoriamente a las necesidades y posibilidades de la evaluación en un tiempo determinado y con la calidad requerida. Este proceso ofrece una garantía para el cumplimiento en tiempo y forma de las actividades y por lo consiguiente, para lograr y mantener una estabilidad en el proceso antes citado.

Figura 1. Pantalla de inscripción al sistema.

## Recepción de artículos

El ingreso al sistema del artículo científico a evaluar constituye el primer paso en el proceso y usualmente debe de cumplir con los requisitos editoriales pertinentes al área de estudio al que pertenece. Esto es, que cada artículo que se inscriba al sistema debe tener una estructura predefinida en concordancia con la metodología empleada. Las instrucciones a los autores son específicas y delimitan el tipo de artículo que se desea publicar, así como las características que debe poseer para poder avanzar y cumplir todo el proceso de evaluación.

Así mismo, los criterios de aceptación y selección de los artículos que se publicarán se definen y especifican por el propio comité. De esta manera, se establecen previamente las características que debe tener el artículo a evaluar, ya que el sistema de arbitraje posee una función decisiva en este proceso, lo que permite detectar la mayoría de las dificultades que puede presentar el artículo, tales como el plagio, la publicación duplicada o el fraude, por solo citar algunos (véase figura 2).

Figura 2. Pantalla del autor para inscribir artículos al sistema.

## Evaluación de artículos

El sistema permite un proceso de arbitraje por pares (*peer review*) y a doble ciego, es decir, donde los evaluadores no conocen al autor del artículo, ni el autor conoce a los evaluadores de su trabajo. En este caso, los artículos se someten a la consideración de dos especialistas para buscar un consenso para la aceptación o rechazo del artículo presentado. Cuando ambos especialistas difieren en sus criterios, se busca el juicio de un tercero, para elaborar un veredicto final. La selección de los evaluadores es responsabilidad del comité académico. Finalmente, se emite un dictamen donde se acepta, se acepta con modificaciones o se rechaza el trabajo (véase figura 3).

Figura 3. Pantalla de la plantilla de evaluación de artículos.

Este arbitraje es un proceso esencial y constituye un elemento clave para garantizar la calidad y pertinencia del contenido académico. Una vez asignado el artículo al evaluador, se genera una copia “en ciego” (sin la información de los autores del artículo) y el evaluador analiza si existen deficiencias técnicas, de metodología y de estructura, evaluando mediante un formato cuantitativo y haciendo observaciones cualitativas al contenido del artículo para determinar la calidad del contenido, así como



# CICOM 2018

8º Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

las imágenes, tablas y referencias bibliográficas del documento analizado. En caso de encontrar alguna deficiencia, es el momento preciso para devolver al autor su trabajo y si el documento presenta fallas mayores relativas al contenido académico, pasa a los responsables del área académica para una valoración más profunda sobre la aceptación o no del documento.

Cualquiera que sea el veredicto se comunica de inmediato al autor mediante el envío de un documento en formato PDF y/o por mensaje vía la API de WhatsApp (véase figura 4).

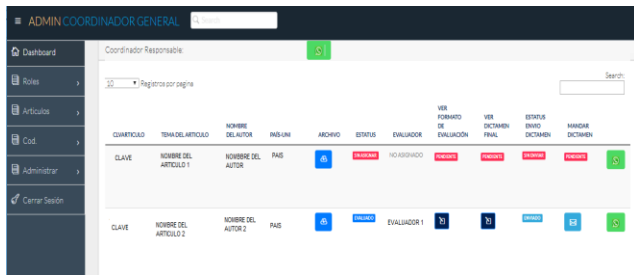


Figura 4. Pantalla de envío final

## RESULTADOS

Este sistema de gestión del proceso evaluador para publicaciones científicas tiene como resultado principal el de facilitar los procesos de evaluación editoriales, que integra la administración de usuarios, la asignación de privilegios de uso, el proceso de asignación de evaluadores y de los artículos a ser sometidos a arbitraje, así como la publicación y envío de los resultados, la edición posterior a la evaluación y el acceso a los artículos para una posterior edición, ya se en versión impresa o en electrónica.

Entre sus principales ventajas se encuentran: la asistencia en cada fase del proceso de evaluación, la revisión de los procesos involucrados, tales como la asignación, cuantificación, revisión de observaciones de los evaluadores y la revisión *a posteriori* de estas acciones por parte del comité académico designado. Así mismo, el control de los envíos de los artículos y la administración del proceso de arbitraje en todas sus fases, con la posibilidad de acceder a la revisión en línea de los artículos.

El acceso en línea de esta herramienta permite estudiar, analizar y evaluar de manera integral el proceso de arbitraje de los artículos analizado en conjunto con el comité académico designado para este fin. Así mismo, no es necesario que tanto los administradores, evaluadores del sistema y los autores estén reunidos en un mismo lugar, sin afectar la calidad de las

publicaciones arbitradas, permitiendo una supervisión y asistencia en todas las fases del proceso.

## CONCLUSIONES

El proceso evaluador de los artículos científicos siempre ha sido una actividad compleja, sobre todo cuando los elementos involucrados no dominan a plenitud el proceso de evaluación, desde que se es designado como evaluador, se recibe un artículo y se evalúa. Existen responsabilidades implícitas, tiempo y dedicación a la actividad evaluadora que tradicionalmente requerían de un esfuerzo y costo extra para que fueran llevadas a cabo de un grupo de profesionales, cuyo objetivo principal es facilitar la divulgación de información con la mejor calidad posible.

El sistema puede ir desarrollándose a futuro para aprovechar las fortalezas y oportunidades que ofrecería una propuesta editorial, completa y bien establecida para mejorar el sistema de publicación en general, enfocada en generar información con un alto nivel científico, con calidad y claridad, y en un tiempo relativamente aceptable.

## REFERENCIAS

- [1] BBC Guides. (Julio 18, 2017). What is a database? Disponible en: <http://www.bbc.co.uk/guides/z8yk87h>
- [2] Beginnersbook.com. (Julio 22, 2017). Normalization in DBMS: 1NF, 2NF, 3NF and BCNF in Database. Disponible en: <http://beginnersbook.com/2015/05/normalization-in-dbms/>
- [3] Search SQL Server. (Febrero 20, 2018). Definition of a database management system (DBMS). Disponible en: <https://searchsqlserver.techtarget.com/definition/database-management-system>
- [4] International Business Machines Knowledge Center (Febrero 20, 2018). What is a database management system? Obtenido de: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/zosbasics/com.ibm.zos.zmddbm/zmiddle\\_46.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/zosbasics/com.ibm.zos.zmddbm/zmiddle_46.htm)
- [5] Rockoff, L. (2017). The language of SQL (Second Edition). USA. Cengage Learning.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema de optimización del proceso de registro de recolección de leche para la asociación ganadera Agrosanjose (AGROMILK).

Nestor Ivan Castellanos Laiton

Ingeniería de Sistemas  
(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca  
Ubaté, Cundinamarca, Colombia  
+573114724539

nicastellanos@ucundinamarca.edu.co

Manuel Stiven Rodríguez Lamprea

Ingeniería de Sistemas  
(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca  
Ubaté, Cundinamarca, Colombia  
+573212312585

manuelstrodriguez@Ucundinamarca.edu.co

Carlos Andrés Sabogal Flórez

Ingeniería de Sistemas  
(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca  
Ubaté, Cundinamarca, Colombia  
+573007649290

andrewsabogal@hotmail.com

Yeimmy Alejandra Contreras Suarez

Ingeniería de Sistemas  
(Docente Apoyo)

Universidad de Cundinamarca  
Ubaté, Cundinamarca, Colombia  
+573222171603

yacontreras@ucundinamarca.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La producción de leche en Colombia es muy importante para la economía del país, este producto es uno de los alimentos más utilizados en la canasta familiar colombiana, ya que aporta infinidad de beneficios para la nutrición humana como vitaminas, minerales y algo muy importante para los niños como lo es el calcio que les ayuda a la formación correcta de sus huesos y dientes.

Normalmente se puede encontrar este producto en cualquier parte del país, por ejemplo, en el campo directamente sacado del ordeño de las vacas sin ningún proceso de transformación del

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

producto, También en los pueblos y ciudades se puede encontrar en empresas distribuidoras de leche, tiendas, supermercados, panaderías u otros lugares donde fácilmente se puede comprar este alimento.

Un tema importante es la recolección de este producto, ya que si bien, existen empresas productoras de derivados lácteos, que recolectan la leche directamente en las fincas ganaderas, hay también asociaciones ganaderas que están conformadas por grupos de personas campesinas que viven en sectores cercanos a la asociación, los cuales llevan la leche a el acopio donde esta es almacenada en tanques de enfriamiento para luego ser enviada a empresas que compran la leche. La asociación contrata a cierto número de empleados que se encargan de recibir la leche, medirla y registrar la cantidad entregada por cada campesino.

Esta recolección se está haciendo de una manera muy artesanal, ya que no se utiliza ningún recurso tecnológico para realizar estas tareas, sino que de lo contrario utilizan planillas realizadas a mano para registrar la cantidad entregada por cada campesino al día, Entonces el ideal es llevar parte de la tecnología a el campo para que le den un uso muy importante, para esto se

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

pretende utilizar un sistema de información que optimice y haga más fácil este proceso.

## ABSTRACT

The production of milk in Colombia is very important for the economy of the country, this product is one of the most used foods in the Colombian family basket, since it provides infinite benefits for human nutrition such as vitamins, minerals and something very important for the children as is the calcium that helps them with the correct formation of their bones and teeth.

You can usually find this product in any part of the country, for example, in the field directly from milking the cows without any process of product transformation, Also in towns and cities can be found in milk distribution companies, stores, supermarkets, bakeries or other places where you can easily buy this food.

An important issue is the collection of this product, since, although there are companies producing dairy products, which collect milk directly on livestock farms, there are also livestock associations that are made up of groups of rural people living in sectors close to the association, which take the milk to the storage where it is stored in cooling tanks and then sent to companies that buy the milk. The association contracts a certain number of people who are in charge of receiving the milk, measure it and record the amount delivered by each farmer.

This collection is being done in a very traditional way, since no technological resource is used to perform these tasks, but otherwise use hand-made forms to record the amount delivered by each farmer per day, then the ideal is to carry part of the technology to the field to give it a very important use, for this it is intended to use an information system that optimizes and makes this process easier.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Information Systems Applied Computing

### Palabras clave

Asociación ganadera, Registro, Sistema de Información, optimización, Recolección, campo, leche, uso de las tecnologías de la información, aplicativo web, Acopio.

### Keywords

Livestock Association, Registry, Information system, optimization, Harvest, countryside, milk, use of tic, web application, gathering.

## INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos que han ido en aumento en el mundo de una manera muy rápida con el paso del tiempo, se debe tener también en cuenta que este crecimiento debe ser de una manera equitativa, integrando también a el campo y las personas de bajos recursos que de una u otra manera han sido abandonadas con estas nuevas tecnologías, impiéndoles que ellas también tengan la posibilidad de

disfrutar lo que las tecnologías de la información tienen para ofrecer.

El presente proyecto está dirigido hacia el campo colombiano, especialmente hacia el sector lechero, considerando la información de cuantos litros de leche entrega cada campesino directamente a una asociación, debido a que actualmente este proceso se realiza manualmente por medio de cuadernos o planillas en que se registra la información, se vio la necesidad de poder sistematizar este proceso con un sistema de información "ERP" para dar un mejor uso de la información y tener un mejor monitoreo de la cantidad de leche recogida diariamente o por cada campesino de la asociación, además de poder optimizar el proceso de cuentas quincenales de cada campesino para realizar su respectivo pago correspondiente, debido a que esta tarea se realiza de una manera muy manual convirtiéndose en un trabajo muy largo y tedioso para los empleados que trabajan en la asociación, ya que estos tienen que realizar la sumatoria quincenal de cada registro con calculadora en mano.

En 2018 se están produciendo 9.536.000 litros de leche al día en Colombia, lo cual es una cifra importante para el país, ya que en años anteriores como 2017 y 2016 estas cifras eran menores, llegando a producir escasamente 9 millones de litros al día. Esta información indica que la producción de leche ha venido en aumento en los últimos años y esto es muy importante ya que la leche es una de las principales fuentes de ingreso del campo, tanto laboral como económicamente y también para la canasta familiar porque es un producto esencial en la nutrición de niños y adultos.

Este sistema de información estará desarrollado en un formato web, el cual estará dividido en cuatro módulos importantes los cuales son el de administrador, acopio, proveedores y clientes. El módulo de administrador estará dirigido para la parte administrativa de la asociación el cual permitirá a el administrador llevar un seguimiento estadístico detallado del rendimiento de la asociación, además de manejar la parte de pagos y reportes quincenales de cada proveedor y permitiéndole usar opciones de nuevo producto, modificar y eliminar datos del proveedor, modificar y eliminar datos de los empleados, entre otras funciones importantes.

El módulo de acopio está dirigido para los empleados que trabajen en la asociación en la parte de recepción de la leche, permitiéndoles registrar la cantidad de leche entregada por cada campesino y además ver los reportes de entrega de leche de cualquier proveedor para informarles de su estado de entrega actual. El módulo de proveedores es para las personas que entregan la leche, para que tengan la posibilidad de llevar un seguimiento a los registros de entregas quincenales y puedan corroborar que su pago al final de quincena es el correspondiente a lo indicado en estos reportes. Si los proveedores que tienen la posibilidad de tener un dispositivo tecnológico y conexión a internet, podrán ver esta información desde cualquier lugar donde estén, pero si por razones económicas o de cualquier otro origen no pueden tener estas tecnologías al alcance de su mano pueden ver estos reportes o registros en la planta de acopio de la asociación.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Ya por último el módulo de cliente está dirigido para todas aquellas empresas que quieran comprar este producto a la asociación, Estas tendrán la posibilidad de registrarte y mandar una la solicitud de pedido de leche a la asociación, está al recibir esta solicitud tomará la decisión de vender o no la leche a esta empresa dependiendo la rentabilidad de la oferta de pago que la empresa ofrezca y su capacidad de producción para que cumpla con el pedido que la empresa necesita.

Con este sistema de información se quiere tecnificar el campo para que no solo las ciudades sean los únicos en aprovechar la tecnología, si no que el campo también pueda aprovechar el uso de la tecnología por medio de un computador o Smartphone para dar a conocer todos los beneficios de la tecnología y las herramientas Tic que brinda el mundo actual.

### OBJETIVOS

- Optimizar el proceso de registro de recolección de leche de la asociación ganadera Agrosanjose por medio de un sistema de información de tipo erp que tiene como nombre “AGROMILK”.
- Llevar parte de la tecnología a el campo colombiano, dando a conocer la importancia que esta tiene para el desarrollo de la vida actual de muchas personas y que estas también puedan tener acceso a el mundo digital.
- Permitir a la asociación Agrosanjose llevar sus registros de rendimiento quincenal de una manera digital que les facilite tomar decisiones para el desarrollo y sostenibilidad de esta.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología que se va a utilizar para el desarrollo de este sistema es la de scrum, ya que esta es muy fácil de aprender y se trabaja de una manera muy similar a como una persona trabaja en su vida cotidiana. Esta metodología tiene muchas ventajas ya que sirve para trabajar proyectos complejos de una manera muy fácil, además de que el cliente podrá utilizar el sistema rápidamente y podrá ver constantemente el desarrollo y avance del sistema, sin tener sorpresas a la hora de la entrega del proyecto final.

Para el desarrollo del sistema con esta metodología se tendrán en cuenta los siguientes pasos: Planificación de las iteraciones, ejecución de las iteraciones y finalmente inspección y adaptación.

#### *Planificación de las iteraciones*

En esta etapa se tendrán en cuenta dos procesos muy fundamentales, uno de ellos son los requisitos, los cuales serán de gran importancia a la hora de las iteraciones ya que

dependiendo ellos se asignará tareas correspondientes a cada trabajador.

Otro es la asignación de tareas que se tendrán en cuenta durante las iteraciones para que los requisitos se cumplan de una, manera adecuada y con un tiempo establecido.

#### *Ejecución de las iteraciones*

En la ejecución de las iteraciones se debe tener en cuenta la elección de un líder conocido como scrum master el cual se encarga de la coordinación entre el cliente y los desarrolladores, en esta etapa es muy importante que se realicen ciertas reuniones para la sincronización de las diferentes tareas durante la iteración y verificar que los tiempos establecidos para cada tarea son los adecuados o de lo contrario realizar cambios en estos tiempos.

#### *Inspección y adaptación*

Esta fase se basa en dos procesos los cuales son demostración y retrospectiva, donde en la demostración se muestra los resultados de cada iteración al cliente en este caso el administrador de la asociación, donde este hace las respectivas observaciones y si es el caso se hace una adaptabilidad a lo que le cliente solicita. Luego en la retrospectiva se analizan los posibles errores que sucedieron durante el proceso de desarrollo del software que se presenta a la asociación.

### Diseño preliminar



Imagen 1: Menú de administrador



Imagen 2: Ingresar el dato al sistema

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia  
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Entregas de Hoy

Datos Almacenados En Esta Fecha: 2018/09/13

Nit_Productor	Nombre	Apellido	Cantidad de Litros	Modificar	Eliminar
1002526573	Wilson Efraim	Castellanos Laion	12	Modificar	Eliminar
1068954157	Nestor Ivan	Castellanos Laion	12	Modificar	Eliminar
1073385680	siven rodriguez		50	Modificar	Eliminar

Imagen 3: Informe diario



Imagen 4: Generar reportes

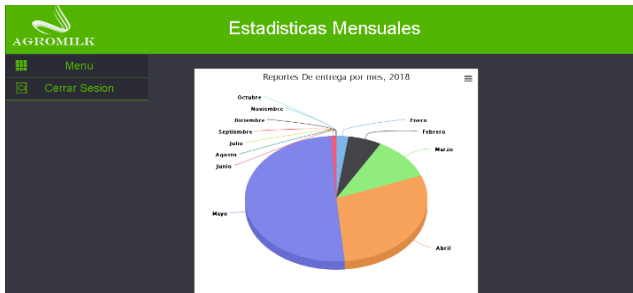


Imagen 5: Estadísticas mensuales

Iniciar Sesión

Usuario

Contraseña

Ingresar

Imagen 6: Inicio de sesión

Nuevo Productor

Nit / C.C.:

Nombre:

Apellido:

Correo:

Celular:

Guardar Limpiar

Imagen 7: Nuevo productor

Ver Productores

Nit	Nombre	Apellido	Correo	Celular
1073385680	Wilson Efraim	Castellanos Laion	no tiene	3115750405
11242094	Jairo David	Castellanos	Jairo@agromilk.com	3211055218
1002526573	Wilson Efraim	Castellanos Laion	wilson@agromilk.com	3115750405
1068954157	Nestor Ivan	Castellanos Laion	n.ivan@agromilk.com	3211472823
1073385680	siven rodriguez		siven.rodriguez@agromilk.com	3213312305
1073385680	Jairo David	Castellanos Laion	jairo@agromilk.com	3211055218

Imagen 8: Ver productores

Ver Nit

Datos Almacenados Por: siven rodriguez

Fecha	Cantidad de Litros
2018-05-09	56
2018-09-03	4
2018-09-13	50

Información

Información	valor
Total Litros:	110
Precio del litro:	\$
Cantidad a Pagar:	\$0

Imagen 9: Ver registro por identificación

## RESULTADOS

El sistema de información busca dar solución a los diferentes problemas que hay en la asociación en la parte de registro de la recolección de leche, dando cambios importantes para esta, mayor rapidez a la hora de entregar cuentas a los campesinos, llevar unos datos estadísticos organizados donde se pueda ver los resultados quincenales, mensuales, anuales y por día de la producción de leche de sus proveedores o integrantes de la asociación.

Se quiere desarrollar el sistema de información en plataforma web para que se pueda utilizar desde cualquier parte del mundo sin tener que estar presente siempre en la asociación, especialmente todos aquellos dueños de fincas que por motivos de salud no pueden estar en el campo pero que, si quieren mantenerse al tanto de lo que pasa con la producción de sus fincas, viendo los resultados en los reportes diarios que ellos pueden ver en el sistema.

## CONCLUSIONES

- Con la creación de este sistema de información se busca que las comunidades campesinas puedan tener el acceso a el uso de tecnologías de la información que puedan suplir necesidades básicas para ellos en su vida cotidiana.



# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- Al implementar este proyecto en la asociación, se da la opción de nuevas ideas para la creación de nuevos proyectos tecnológicos que suplan otras necesidades en el campo.
- Cuando se optimice el proceso de recolección de leche con este sistema de información se espera que el proceso de pagos a cada uno de los proveedores sea más rápido y confiable para ellos, teniendo en cuenta que ellos pueden verificar cuánto les debe la asociación anticipadamente.
- Dado que este sistema estará en una plataforma web donde todos los integrantes de la asociación tendrán acceso mediante un usuario y contraseña, se tendrán estos datos guardados de una manera segura y sin ser publicados a terceros.

## AGRADECIMIENTOS

- A dios y nuestros padres por habernos dado la vida y la oportunidad de estudiar gracias a sus esfuerzos físicos y económicos para sacarnos adelante.
- A nuestros docentes directores de semillero que están en constante apoyo y consejo a la hora de realizar cada proyecto de investigación.
- A la universidad de Cundinamarca seccional Ubaté por su apoyo incondicional a la investigación de sus estudiantes mediante apoyo a los semilleros de investigación.

## REFERENCIAS

- [1] we are marketing. (08/02/2017). Metodología Scrum. Obtenido de <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-a-scrum-que-es-y-como-funciona.html>.
- [2] Asoleche. (2016). Leche en cifras. Obtenido de <http://asoleche.org/leche-en-cifras/>
- [3] contexto ganadero. (2012). Fedegan anuncia que Colombia para el 2018 subirá su producción de leche. Obtenido de <http://www.contextoganadero.com/economia/fedegan-senala-que-en-2018-colombia-superaria-los-7-mil-millones-en-produccion-de-leche>
- [4] Proyectos ágiles .org. (2016). Que es Scrum. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema Health Care para el monitoreo de arritmias cardíacas utilizando servicios WEB

Miguel Angel Leguizamon  
Paez  
Docente  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
00573106987623  
mianlepa@gmail.com

Jose Jaime Castro Coronell  
Ingeniero en Telemática  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
00573202727295  
josejaimecastro1@hotmail.com

William Ospino Espinosa  
Ingeniero en Telemática  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
00573057014312  
wospino@live.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El sistema health care para el monitoreo de arritmias cardíacas en personas con problemas cardíacos utilizando servicios web, se ha desarrollado como una herramienta de Health Care, que permite realizar un monitoreo de la frecuencia cardíaca para determinar arritmias, generando alertas con geolocalización (Mensaje de texto, correo), que contiene datos de la medición y ubicación del usuario, que además realiza registro en la base de datos remota, cifrando la comunicación. El sistema, ha sido desarrollado para hacer monitoreo de arritmias cardíacas, usando tecnologías de comunicación y lenguajes de programación, con la finalidad de brindarle un control adicional al usuario (y quien este designe), de su ritmo cardíaco y ubicación en caso de presentarse anomalías, con posibilidad de consulta y administración vía web.

El sistema, se construyó, haciendo uso de varias tecnologías de comunicación combinadas como bluetooth, internet, GPS, y lenguajes de programación Android, JavaScript, html y bases de datos. El sistema consta de 3 partes, consta de una aplicación para wearables (smart watches Android), una aplicación para teléfonos inteligentes Android versión 4.4 o superiores y un servicio web encargado de recibir la información cifrada y

almacenarla en la base de datos MongoDB. Adicionalmente, se ha desarrollado una

herramienta web de administración y consulta, que permite ver estadísticas y mediciones de arritmias de los diferentes usuarios.

### ABSTRACT

The health care system for the monitoring of cardiac arrhythmias in people with heart problems using web services, has been developed as a tool of Health Care, that allows monitoring of cardiac frequency to determinate arrhythmias, generating alerts with geolocation (text message, mail), which It contains data on the measurement and location of the user, who also performs registration in the remote database, encrypting the communication.

The system has been developed to monitor cardiac arrhythmias, using communication technologies and programming language, to provide additional control to the user (and whoever he designates), their heart rate and location in case of anomalies can be presented, with the possibility of consultation and administration in the web.

The system was built using may communication technologies, such as Bluetooth, internet, GPS and programming languages like android, JavaScript, html, and databases. The system includes 3 modules, an application for wearables (android smart watches), an android application for smart phones version 4.4 or higher, an API that makes possible all the communication in the system to send and receive data encrypted and stored in mongoDB. In addition, a web-based administration and consultation tool has developed, which allows the user to view statistics and measurements of arrhythmias.

### CATEGORÍAS Y DESCRIPTORES TEMÁTICOS

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Técnicas de desarrollo de software: Creación de prototipos de software. Verificación y validación de software: Creación de prototipos de software

## TÉRMINOS GENERALES

Prototipos de software, arritmias cardíacas, GPS.

## PALABRAS CLAVE

Health Care, Bluetooth, servicios Web, GPS, MongoDB, arritmia, monitoreo, smartwatch

## KEYWORDS

Health Care, Bluetooth, Web Services, GPS, MongoDB, arrhythmia, monitoring, smartwatch

## INTRODUCCIÓN

El presente escrito da a conocer el resultado del proyecto que comprende el funcionamiento del sistema Health Care para monitoreo de arritmias cardíacas y la obtención de la información a partir de dispositivos smartwatch y smartband.

El monitoreo de arritmias cardíacas es importante para personas con este tipo de padecimientos, pues contribuye a un control constante, que sirve de apoyo al diagnóstico médico; el proyecto, adicionalmente, contempla un sistema de envío de alertas en caso de presentarse cambios anormales en el ritmo cardíaco, éstos describen la ubicación aproximada donde se encuentra la persona a sus familiares o personal médico.

Este sistema por medio del uso de Smartphones Android y de tecnologías bluetooth de bajo consumo (BLE), permite sincronizar los datos medidos por el smartwatch y enviar la información a la aplicación móvil para su análisis, lo que permitirá determinar tres estados de la frecuencia cardíaca: Normal, Bajo, Elevado.

Lo anterior permite determinar el envío de alertas a quienes el usuario del sistema haya inscrito para recibir dichas notificaciones. Esta información obtenida de los dispositivos de medición es enviada de forma segura (Cifrada), al servicio web para ser almacenada y acceder a históricos que puedan ser consultados posteriormente vía web o mediante la misma aplicación móvil.

## OBJETIVOS

- Crear un sistema Health Care mediante servicios web para el monitoreo de las arritmias cardíacas en personas con problemas cardíacos.
- Analizar el funcionamiento de un sistema Health Care para definir las mejores prácticas a implementar en el monitoreo y control de arritmias cardíacas.
- Diseñar un sistema Health Care para el monitoreo y control de arritmias cardíacas.
- Implementar y verificar el sistema con servicios web.

- Implementar bluetooth de bajo consumo (BLE) para captura de datos con sensores que midan la frecuencia cardíaca.

## MARCO TEÓRICO

### Sistema health care

Un sistema de salud puede definirse como el método por el cual la asistencia sanitaria se financia, organiza y entrega a una población. Incluye cuestiones de acceso (para quién y para qué servicios), gastos y recursos (trabajadores e instalaciones de atención médica). El objetivo de un sistema de salud es mejorar la salud de la población de la manera más efectiva posible a la luz de los recursos disponibles de la sociedad y las necesidades competitivas. A comienzos del siglo XXI, la mayoría de los países y las Naciones Unidas consideraban que el acceso a la atención de la salud era un bien especial que era necesario como cuestión de derechos humanos básicos. Por lo tanto, un examen de los sistemas de salud incluye la consideración de las formas en que un sistema en particular trata los valores comunes. [1]

### Funcionamiento de un sistema health care

Los hospitales, clínicas y agencias de salud de la comunidad pueden ser muy diferentes de otros entornos de trabajo. Los sistemas de atención médica son complejos y hay muchas cosas que se necesita conocer sobre los tipos de sistemas hospitalarios, cuidado de pacientes, seguros, proveedores de atención médica y asuntos legales, entre otros. [2]

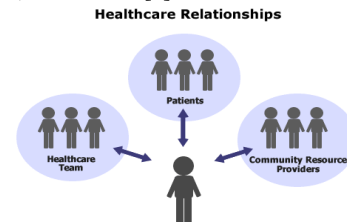


Figura 1. Relaciones de Health Care. [2]

Un sistema Health Care Combina esfuerzos para mantener o restaurar el bienestar físico, mental o emocional, por medio del tratamiento y la prevención de enfermedades, Los sistemas Health Care pueden estar apoyados con tecnologías Cloud que facilitan la transmisión y obtención de la información. Un sistema Health Care impulsa el valor en la asistencia sanitaria al permitir una interacción rápida, fácil y sin fisuras en los datos y conocimientos, que mediante la interconexión de datos y la innovación digital.

### Bluetooth low energy (BLE)

Desde Android 4.3 (API Level 18), se incorpora la compatibilidad integrada para bluetooth de baja energía en la función central que proporcionan un API para que las aplicaciones puedan utilizar y descubrir dispositivos, hacer consulta a servicio y transmitir información. El caso más común en el uso de bluetooth de bajo consumo es la transferencia de pequeñas cantidades de información entre dispositivos cercanos.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

[3]. Comparándolo con los dispositivos de bluetooth comunes, estos tienen un consumo de energía menor siendo muy útil la comunicación con dispositivos como monitores de frecuencia cardíaca.

### Telemedicina

La *e-salud* o telemedicina se define como el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la medicina, a largas distancias. Un profesional de la salud puede realizar diagnósticos, consultas e incluso cirugías en áreas de difícil acceso o remotas, utilizando las TIC para el mejoramiento de la calidad de vida de los pacientes.

Una de las grandes ventajas de la telemedicina es que aquellos países o ciudades que carecen de especialistas en áreas afines pueden tratar casos complejos y valorarlos de acuerdo con la condición de los pacientes, sin que estos deban desplazarse. [4]

Aunque en Colombia el tema apenas empieza a perfilarse y aún no se conocen importantes avances en el área, de momento existen algunos centros médicos que la aplican, entre ellos:

- Itms Telemedicina de Colombia
- Centro de Telemedicina de la Universidad Nacional y
- Centro de Telemedicina de Colombia

La telemedicina genera beneficios como:

- Evita el transporte hacia lugares de difícil acceso y se logra más amplio cubrimiento de los sistemas de salud.
- Se les brinda una mejor y más óptima atención a los pacientes crónicos o con enfermedades de alta complejidad.
- Los sitios web permiten encontrar información relevante y oportuna con software especializado para médicos, enfermeros y personal administrativo.
- No solo facilita el trabajo de los especialistas, sino que también se convierte en una alternativa para los pacientes. [5]

Los centros que funcionan bajo esta modalidad o presten dicho servicio deben contar con una serie de características específicas:

- Acceso a Internet, a comunicación satelital.
- Empleo de videoconferencias.
- Estándares y protocolos de interoperabilidad de información (HL7 y DICOM).
- El hospital o clínica de apoyo que debe gestionar los recursos necesarios (infraestructura, tiempo y especialmente especialistas) para prestar los servicios médicos. [5]

### Web Services

Al conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones se le conoce como Web Services. Distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguajes de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma, pueden utilizar los servicios web para intercambiar datos en redes de computadores como Internet. La

interoperabilidad se consigue mediante la adopción de estándares abiertos. [6]

Los estándares empleados son:

- Web Services Protocol Stack: Así se denomina al conjunto de servicios y protocolos de los servicios Web.
- XML (Extensible Markup Language): Es el formato estándar para los datos que se vayan a intercambiar.
- SOAP (Simple Object Access Protocol) o XML-RPC (XML Remote Procedure Call): Protocolos sobre los que se establece el intercambio.
- Otros protocolos: los datos en XML también pueden enviarse de una aplicación a otra mediante protocolos normales como HTTP (Hypertext Transfer Protocol), FTP (File Transfer Protocol), o SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).
- WSDL (Web Services Description Language): Lenguaje de la interfaz pública para los servicios Web. Es una descripción basada en XML de los requisitos funcionales necesarios para establecer una comunicación con los servicios Web.
- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration): Protocolo para publicar la información de los servicios Web. Permite comprobar qué servicios web están disponibles.
- WS-Security (Web Service Security): Protocolo de seguridad aceptado como estándar por OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards). Garantiza la autenticación de los actores y la confidencialidad de los mensajes enviados. [7]

Algunas ventajas de los servicios web son:

- Aportan interoperabilidad entre aplicaciones de software independientemente de sus propiedades o plataformas.
- Fomentan los estándares y protocolos basados en texto, que hacen más fácil acceder y entender su contenido.
- Al apoyarse en HTTP, los servicios Web pueden aprovecharse de los sistemas de seguridad firewall sin necesidad de cambiar las reglas de filtrado.
- Permiten que servicios y software de diferentes compañías ubicadas en diferentes lugares geográficos puedan ser combinados fácilmente para proveer servicios integrados.
- Permiten la interoperabilidad entre plataformas de distintos fabricantes por medio de protocolos estándar y abiertos. Las especificaciones son gestionadas por una organización abierta, la W3C, por tanto, no hay secretismos por intereses particulares de fabricantes concretos y se garantiza la plena interoperabilidad entre aplicaciones. [8]

Algunas desventajas de los servicios web son:

- Para realizar transacciones no pueden compararse en su grado de desarrollo con los estándares abiertos de computación distribuida como CORBA (Common Object Request Broker Architecture).
- Su rendimiento es bajo si se compara con otros modelos de computación distribuida, tales como RMI (Remote Method Invocation), CORBA o DCOM (Distributed Component

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Object Model), inconveniente derivado de adoptar un formato basado en texto.

- Al apoyarse en HTTP, pueden esquivar medidas de seguridad basadas en firewall cuyas reglas tratan de bloquear la comunicación entre programas a ambos lados.

## Gps

El Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema que permite determinar en toda la Tierra la posición de un objeto (una persona, un vehículo) con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS se sirve de 24 satélites y utiliza la trilateración [9]. Cada satélite GPS emite continuamente un mensaje de navegación a 50 bits por segundo en la frecuencia transportadora de microondas de aproximadamente 1.600 MHz.

## Mongodb

Es un sistema de base de datos multiplataforma orientado a documentos, de esquema libre, cada entrada o registro puede tener un esquema de datos diferente, con atributos o "columnas" que no se repiten de un registro a otro. Está escrito en C++, es bastante rápido a la hora de ejecutar sus tareas, está licenciado como GNU AGPL 3.0, de modo que es software de licencia libre. Funciona en sistemas operativos Windows, Linux, OS X y Solaris. [10]

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para el proyecto se utilizó la metodología PHVA: Su uso brinda una solución que realmente permite mantener la competitividad de los productos y servicios, mejorar la calidad, reduce los costos, mejora la productividad, reduce los precios, aumenta la participación de mercado, supervivencia de la empresa, provee nuevos puestos de trabajo, aumenta la rentabilidad de la empresa.

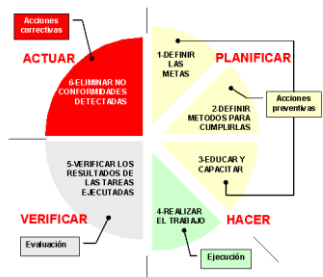


Figura 2. Ciclo PHVA. [11]

## Planear

Establece objetivos y procesos para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y la organización.

## Hacer

- Implementación de los procesos.
- Identificar oportunidades de mejora
- Desarrollo del plan piloto
- Implementar las mejoras

## Verificar

Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar sobre los resultados.

## Actuar

Tomar acciones para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos. Mejorar y-o volver al paso de Hacer [11]

Para el desarrollo del componente de software de este proyecto, se implementó la fase del HACER del ciclo PHVA, la metodología de desarrollo de software SCRUM, una metodología de desarrollo ágil que comprende un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente en equipo. Se utiliza esta metodología dado que se necesita obtener resultados de forma rápida donde se ejecutarán bloques temporales y cortos en la que cada iteración deberá proporcionar un resultado completo.

## Requerimientos funcionales

Esta aplicación es creada para suplir la necesidad de monitoreo de personas con arritmias cardíacas usando tecnologías móviles, ya que estas personas no tienen alternativa a los controles médicos, que les permita hacer un chequeo durante el día, llevar un control y notificar a otras personas designadas por él, si se presentan alteraciones importantes en las mediciones de ritmo cardíaco, a lo largo del día, informando por medio de mensaje de texto la ubicación y los resultados de la medición.

Los requerimientos para el desarrollo de la aplicación son:

- Monitoreo de ritmo cardíaco por medio de Smartwatch.
- Poder hacer el registro del usuario al que se le hará monitoreo del ritmo cardíaco.
- Guardar la información de monitoreo en una base de datos.
- Acceder a la información de los monitoreos por medio del navegador web.
- Cifrar la información que se envíe a la base de datos.
- Generar informes estadísticos de las mediciones realizadas.
- Notificar a las personas que se elija de la ubicación y los datos de la medición de la persona que se monitorea.
- Poder adicionar o quitar personas de la lista de notificaciones usando la agenda del Smartphone.

## Identificación de actores

El sistema Health Care constara de los siguientes actores:



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- **Administrador:** Es la persona que realizará el control de los monitoreos por medio del acceso web, quien podrá a su vez tener una o más usuarios asignados en el acceso web, donde podrá realizar consultas, generar reportes, gráficos activar o desactivar el monitoreo de usuarios.
- **Usuario:** El usuario, es la persona a quien se le realiza el monitoreo, este puede realizar los monitoreos manuales (iniciar medición), ver los reportes, adicionar y eliminar contactos para notificación.

## Fase de diseño

Teniendo en cuenta las fases anteriores se procedió a definir los procesos necesarios para diseñar los elementos que el sistema necesita para implementarse posteriormente, aplicando ciertos principios y técnicas.

## Modelo de datos

Un modelo de datos permite realizar una abstracción del comportamiento de los datos que se necesitan en el sistema, en este caso al usar base de datos no relacionales, se omiten las tablas comunes y se utilizan documentos; de acuerdo a los parámetros definidos para el sistema se encontró que la necesidad de crear de los siguientes documentos:

- **Usuarios,** para manipular toda la información relevante de los usuarios que se registren en el sistema.
- **Alertas,** para controlar las alertas generadas del usuario, del debido proceso de control de la frecuencia cardiaca de este.
- **Mediciones,** para manipular las mediciones manuales que realice el usuario, para llevar un histórico de estas.
- **Contactos,** sirve para controlar los contactos que el usuario decida agregar para informar en caso de generar alertas.
- **Tycs,** contiene información de los términos y condiciones para el uso del sistema.

## Fase de implementación

En esta fase se procedió con la implementación del sistema siguiendo paso a paso los parámetros definidos para el sistema.

## Arquitectura del sistema

Teniendo en cuenta la fase de diseño, se definió una arquitectura (Figura 3) de tipo cliente/ servidor, que cuenta con una REST API, base de datos en mongoDB, y dos clientes encargados de realizar peticiones a la API que son el dashboard que es una aplicación web y la app mobile.

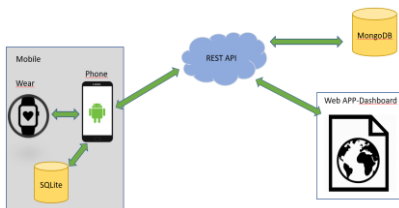


Figura 3. Arquitectura del sistema. Fuente: Los autores.

## Rest Api

Se implementó utilizando nodeJS para el entorno de ejecución de nuestro servidor utilizando ECMAScript 5(javascript), además se usó la librería mongoose para permitir la conexión a la base de datos y el framework Express para permitir las peticiones a través del protocolo HTTP

## Mongodb

Se creó la base de datos con motor mongo, por las ventajas que esta tiene, como su escalabilidad, rapidez, alta disponibilidad entre otras.

## Web App-Dashboard

Se implementó un pequeño dashboard con html y jquery para comunicación con la REST API, usando el protocolo HTTP a través del método Ajax de jquery, este dashboard permite consultar la información de los usuarios, como son las mediciones, alertas y contactos de cada uno de los usuarios.

## Mobile

Se creó una aplicación en Android que es soportada desde la versión 4.4 en adelante y que sean compatibles con BLE, para la comunicación con los smartwatches que es de donde se obtienen los datos de la frecuencia cardiaca, además se creó la posibilidad de que la aplicación pueda funcionar cuando esta esté offline a excepción del envío de alertas a los contactos, para ello se utilizó SQLite que permite guardar toda la información de manera local en el teléfono mientras esta se sincroniza.

## CONDICIONES DE USO

- **Bluetooth activo**
- **Distancia smartwatch:** Se debe mantener dentro de los límites de distancia el smartwatch con el teléfono.
- **Mantener encendido nuestro teléfono.**
- **Tener datos y saldo para permitir la comunicación del sistema** en caso de que no tenga saldo no se podrán enviar SMS, y si no tiene datos el sistema guarda los datos capturados mientras se conecta a una red de datos.
- **Modo avión:** Por lo general los dispositivos cuando entran en modo avión deshabilitan las redes del teléfono, en estos casos el sistema se mantendrá funcionando para la captura de datos siempre y cuando exista emparejamiento entre el smartwatch y el teléfono, la captura de mediciones continuará sin problemas, por la funcionalidad de trabajar sin red del sistema, a excepción del envío de correos electrónicos y SMS a los contactos.

## RESULTADOS

Al iniciar la aplicación el usuario debe logearse o registrarse si se utiliza por primera vez (Figura 4). Para registrarse es importante llenar todos los campos, aceptar y enviar.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

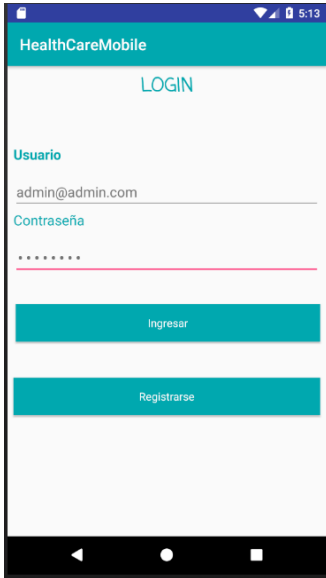


Figura 4. Formulario login. Fuente: Los autores.

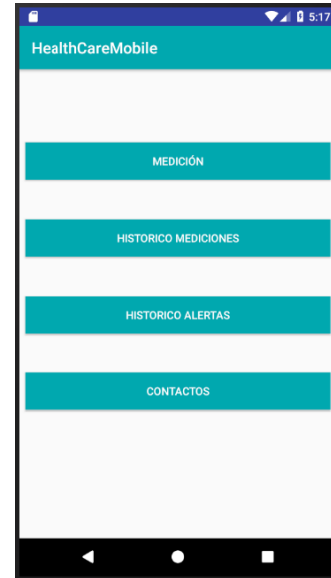


Figura 5. Menú principal. Fuente: Los autores.

La figura 5 muestra las opciones que presenta el menú principal, a continuación, se da a conocer una breve explicación de cada una de ellas:

- Módulo Medición: Permite medir nuestra frecuencia cardiaca en tiempo real, al momento de ingresar se inicia la medición y al terminar nos muestra el resultado, se puede medir nuevamente presionando el botón volver a medir.
- Módulo Histórico Mediciones: Este módulo muestra el listado de mediciones realizadas por el usuario y un gráfico con la información de esta (Figura 6).

## Menú principal

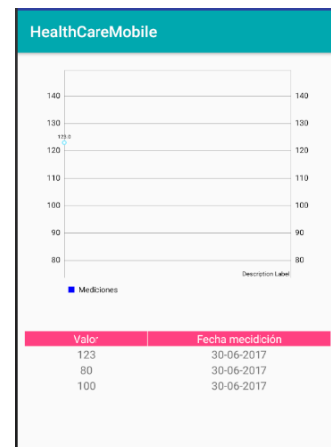


Figura 6. Módulo histórico mediciones. Fuente: Los autores

Así como se da a conocer un registro historio de las mediciones (Figura 7), la aplicación permite dar a conocer el historio de las alertas gracias al módulo correspondiente.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

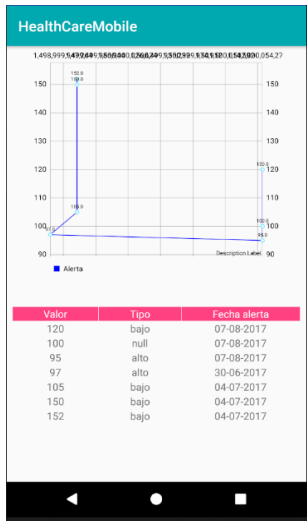


Figura 7. Módulo histórico alertas. Fuente: Los autores

## Módulo contactos

Este módulo se encarga de los contactos a los cuales el usuario quiere notificar cuando sucede una alerta, al ingresar muestra el listado de contactos del usuario, la opción de agregar un nuevo contacto o de eliminarlos del listado de la tabla como se puede apreciar en la figura 8.

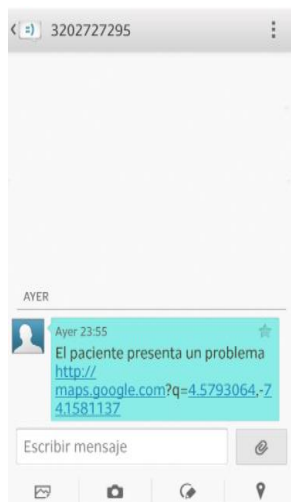
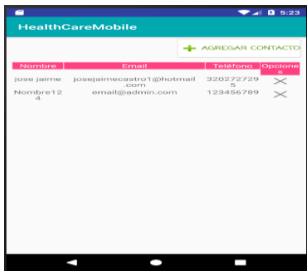


Figura 8. Módulo contactos (listado de contactos y mensaje SMS de alerta). Fuente: Los autores

Para eliminar un contacto se presiona la X en el respectivo usuario a eliminar, apareciendo una ventana emergente preguntando si se desea eliminar el contacto, en caso de ser afirmativo se borra el contacto y éste deja de recibir notificaciones

## CONCLUSIONES

De la implementación del sistema health care para el monitoreo de arritmias cardíacas en personas con problemas cardíacos utilizando servicios web se concluye:

- Que el problema permitió hacer el uso de elementos de telemática, para el envío y recepción de información sensible, en este caso la información de las mediciones de ritmo cardíaco.
- Además, se concluyó que es posible la creación de una red de monitoreo que incluya a muchas personas, y que la creación de esta podría ayudar a controlar arritmias y ayudar a salvar vidas.
- Se estableció mecanismos de control para garantizar la privacidad y seguridad de la información obtenida de las mediciones y almacenarla de forma segura en servidores ubicados en la nube.
- El desarrollo de software y las tecnologías de la información está en constante evolución, razón por la cual la aparición de nuevas tecnologías en el futuro permitirá mejorar las mediciones y las comunicaciones de la aplicación.

## REFERENCIAS

- [1] Healthcare Systems. En línea <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/healthcare-systems/> Consultado 13 de mayo de 2017.
- [2] Introduction to the Healthcare System. A tutorial for patient navigators. En línea [http://www.patientnavigatortraining.org/healthcare\\_system/](http://www.patientnavigatortraining.org/healthcare_system/) Consultado 13 de mayo de 2017.
- [3] Bluetooth low energy overview. En línea <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth-le> Consultado 16 de mayo de 2017.
- [4] Telemedicina: ¿qué es y cómo funciona? En línea <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/4384-telemedicina-que-es-y-como-funciona.html> Consultado el 10 de julio de 2017
- [5] Telemedicina: ¿qué es y cómo funciona? En línea <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/4384-telemedicina-que-es-y-como-funciona/4384-telemedicina-que-es-y-como-funciona.amp.html>. Consultado el 10 de junio de 2017.
- [6] ¿Qué es y para qué sirve un Web Service? En línea <http://culturacion.com/que-es-y-para-que-sirve-un-web-service/> Consultado el 10 de junio de 2017.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

[7] Clarenc, Claudio Ariel, Nociones de cibercultura y periodismo, lulu.com, 2011, P. 497.

[8] Clarenc, Claudio Ariel, Nociones de cibercultura y periodismo, lulu.com, 2011, P. 498.

[9] ARTICULOS TECNOLOGICOS: GPS. En línea <https://es.calameo.com/read/0047687039bbf524888b3>.

Consultado el 10 de junio de 2017

[10] MongoDB: ¿qué es, cómo funciona? En línea <https://medium.com/@yanyzx/mongodb-qu%C3%A9-es-c%C3%B3mo-funciona-y-cu%C3%A1ndo-podemos-usarlo-8eafe0d441c2/> Consultado el 10 de julio de 2017.

[11] EL CICLO PHVA PLANEAR-HACER-VERIFICAR-ACTUAR En línea <http://www.blog-top.com/el-ciclo-phva-planear-hacer-verificar-actuar/> Consultado el 10 de julio de 2017.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema inteligente de selección de componentes y presupuesto de computadoras (PC-WORLD).

Guadarrama Herrera Felipe  
Universidad Politécnica del  
Estado de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac #566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec,  
Morelos. CP. 62550  
(777) 266-8379  
ghfo160641@upemor.edu.mx

Miguel A. Ruiz Jaimes  
Universidad Politécnica del Estado  
de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac No.566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec,  
Morelos. CP. 62550  
(777) 229-3500  
mruiz@upemor.edu.mx

Sandra E. León Sosa  
Universidad Politécnica del Estado  
de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac No.566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec,  
Morelos. CP. 62550  
(777) 229-3500  
lsandra@upemor.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En el presente artículo, primeramente, se definirá lo que es una computadora, así como su funcionamiento, las compras por internet, su uso y la propuesta de una aplicación para la compra de esta, mediante componentes a través de una aplicación móvil por medio del comercio electrónico (E-commerce). Si bien es cierto que en la actualidad la compra de un equipo de cómputo es muy sencilla, pues diferentes tiendas físicas, en línea y distribuidores las ofrecen listas para su uso. Sin embargo, existen usuarios que prefieren armar sus equipos por su cuenta o al menos comprarlas por componentes, a pesar de esto, no cuentan con los conocimientos suficientes para la adquisición de sus componentes. En este momento se cuenta con un prototipo desarrollado mediante la metodología de programación extrema, el cual le permite al usuario seleccionar los componentes siendo compatibles tomando como base los atributos de la tarjeta madre dentro de una base de datos embebida, además de permitir generar reportes en formato PDF, para poder visualizar el presupuesto generado en cualquier otro dispositivo que cuente con un lector de dicho formato. Por tanto, se propone un sistema que ayude a los usuarios a seleccionar los componentes de un equipo de cómputo asegurando la compatibilidad entre estos,

analizando las características de estos, añadiendo así al sistema la posibilidad de mostrar componentes por distintas tiendas, distribuidores y fabricantes, esto para mejorar la decisión del usuario al realizar su compra, además de ofrecer la opción de visitar la publicación del sitio web de la tienda, distribuidora o fabricante.

### ABSTRACT

In this article, first of all, we will define what is a computer, as well as its operation, internet shopping, its use and the proposal of an application to purchase this through components through a mobile application using the E-commerce. It is true that nowadays the purchase of computers is easier, because exist a lot of physical and online stores and different distributors that offer them and ready to use. However, some users prefer to build their computers by their self or at least buy them by components, despite this, some of them do not have the knowledge to do it. Currently we have a prototype, developed through extreme programming methodology, that allows to users select computer components ensuring the compatibility between these, analyzing the characteristics of them, based in the motherboard attributes within an embedded database, moreover it allows generate PDF for visualize the budget in other devices that have a PDF application, therefore we propose a system that helps to users to select computer components ensuring the compatibility between these, analyzing attributes of them, and adding to the system the possibility to show components of different online stores, distributors and manufacturers, this to improve the user decision at the time to making its purchase, also adding the option to visit the store web publication, distributors and manufacturers.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### Categorías y Descriptores Temáticos



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Software and its engineering: Software organization and properties, Contextual software domains, E-commerce infrastructure.

Software y su ingeniería: Organización de software y propiedades, dominios contextuales de software, infraestructura de negocios mediante comercio electrónico.

## Términos Generales

Se propone un sistema inteligente también conocido como un sistema experto para ayudar al usuario en la toma de decisiones a la hora de comprar los componentes de un equipo de cómputo.

## Palabras clave

Hardware, software, programación extrema (XP), componentes electrónicos, presupuesto.

## Keywords

Hardware, software, extreme programming (XP), electronic components, budget.

## INTRODUCCIÓN

La computadora se define como una herramienta electrónica capaz de recibir, procesar, devolver y almacenar datos. Por tanto, la computadora se define como una máquina que utiliza los fundamentos de la microtecnología para sacar provecho de sus componentes físicos (Hardware) y teniendo alto rendimiento de su parte lógica (programas y aplicaciones) [1].

Gracias a la interacción del hardware y software es posible el funcionamiento de un computador, siendo así un sistema que combina elementos físicos y electrónicos (Hardware) y estos funcionando bajo el control de programas (Software), y resolver problemáticas mediante el uso de computadoras [2].

En la actualidad el uso de computadoras es importante para resolver tareas sencillas, como la navegación en internet, actividades académicas básicas, entretenimiento, así como el uso de procesos complejos, como investigaciones científicas, cálculos complejos centralizados y distribuidos.

La capacidad de la computadora ha modificado la manera en que se manejan los problemas. Desde problemas monetarios, domésticos, científicos, y académicos [3].

Por otra parte, el comercio electrónico (E-commerce), ha sido una forma interesante e innovadora de realizar las compras, se estimaba que desde el 2005 entre el 20-25% de la población serían clientes regulares. Su popularidad se debe que a diferencia de las tiendas físicas tienen un suministro limitado de productos, las tiendas online ofrecen un número casi ilimitado de productos, separados por categoría, y dirigidos para ciertos clientes. [4]

Hoy en día, obtener una computadora es realmente fácil, las compañías distribuyen sus equipos a diferentes tiendas y distribuidores, tiendas en línea, etc. Sin embargo, en internet se ha popularizado el armado de computadoras personalizadas, puesto que los usuarios equipan sus computadoras con los

componentes necesarios para resolver las actividades que realizan, y personalizarlas a su gusto. No obstante, su realización puede llegar a ser complicada si no tienen los conocimientos para adquirir los componentes, y por ello cometer errores en la compatibilidad, y con ello pérdida de dinero y tiempo.

Antes de continuar con la propuesta, se definirá que es un sistema inteligente o un sistema experto.

Un sistema inteligente es aquel sistema de software y/o máquinas físicas con sensores y actuadores incorporados en un sistema, por ejemplo, dentro de un robot o una nave espacial autónoma. Un sistema inteligente puede percibir su entorno, actuar hacia sus tareas asignadas, para interactuar con otros agentes y los seres humanos [5].

Un sistema experto que también suele denominarse un sistema inteligente es esencialmente es un software que realiza tareas que normalmente realiza un experto humano, pues es un sistema que imita el comportamiento humano para dar una opinión sobre un tema en especial, otros autores lo definen como un sistema interactivo que es conformado por; experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupos de personas especialistas en un área particular. La tarea principal de los sistemas expertos es tratar de aconsejar al usuario. [6]

Para resolver la problemática del que los usuarios no tengan el suficiente conocimiento para la compra de componentes, y para tomar una mejor decisión a la hora de comprar se ha propuesto un sistema inteligente de selección de componentes y presupuesto de computadoras el cual fue nombrado como "PC-WORLD", el cual le permitirá al usuario seleccionar los componentes para el armado de una computadora, mostrando solo los componentes compatibles entre sí, además de mostrar los precios de las tiendas distribuidoras, tiendas en línea según corresponda y su fabricante. De esta manera, el usuario tendrá el control de elegir los componentes de acuerdo con su marca, distribuidor, calidad y precio sin que tenga que preocuparse de la compatibilidad, pues el sistema ya lo estará realizando. Además de poder generar un reporte en formato PDF para poder consultarlo desde cualquier equipo que tenga un lector PDF sin tener la restricción de solo consultarlo en la aplicación.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Desarrollar un sistema inteligente de selección de componentes y presupuesto de computadoras que ayude al usuario a elegir los componentes para el armado de un computador y estimar su presupuesto.

### Objetivos específicos

- Obtener los requisitos del sistema. Mediante historias de usuario obtener las funciones necesarias para suplir las necesidades requeridas.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Planificar. Planear las tareas de ingeniería para resolver cada caso de uso obtenido en las historias de usuario.
- Diseño. Realizar el diseño de la lógica de negocio del sistema, el diseño de la base de datos y la interfaz de usuario.
- Codificar. Realizar la programación con la herramienta que permita su realización para funcionar en sistemas móviles.
- Pruebas unitarias. Realizar pruebas por cada módulo implementado en cada iteración.
- Pruebas de integración. Realizar pruebas al sistema con todos los módulos implementados.
- Implementar. Poner a prueba el sistema en un área de prueba específica para observar su comportamiento.
- En un entorno real. Llevar el sistema a un entorno real para su aplicación.
- Mantenimiento. Actualizar y mantener el sistema de acuerdo con las nuevas necesidades que surjan a lo largo del tiempo.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El desarrollo de software comúnmente se realizaba mediante metodologías tradicionales en las que se aseguraba su calidad, mediante un control riguroso, en donde se definían roles, actividades y artefactos incluyendo documentación detallada. Este modelo demostró ser efectivo y necesario para proyectos grandes. Aun así, este método no es el más adecuado en proyectos actuales, pues en estos su entorno exige el cambio y cortos periodos de desarrollo además de mantener alta calidad. Las metodologías ágiles surgen ante esta problemática, donde los equipos de desarrollo se resignan a prescindir de la ingeniería de software asumiendo el riesgo que este conlleva [7].

Dentro de las metodologías ágiles se encuentra la programación extrema (XP), esta es la metodología utilizada en la realización de este prototipo, puesto que es una metodología ágil, en la que se trabaja en grupos pequeños y se pone más énfasis en el desarrollo que en la documentación, pero sin dejarla de lado, además de permitir cambios durante el desarrollo y la implementación de nuevos módulos. La programación extrema está basada en la simplicidad, la comunicación y el reciclado continuo de código, que para algunos no es más que aplicar una pura lógica [8].

Las fases realizadas para su elaboración son las siguientes:

1. Historias de usuario, de acuerdo con las necesidades planteadas, se describió las funciones que tendrá el sistema.

2. Tareas de ingeniería. Dadas las historias de usuario, se abstraeron las tareas necesarias para satisfacer los requisitos.

3. Planeación, en esta fase se estimaron los tiempos para realizar cada una de las tareas de ingeniería.

4. Diseño de diagramas. Realización de tarjetas CRC, diagramas de casos de uso para representar las funcionalidades del sistema (ver figura 1), entidad-relación, relacional para diseñar la base de datos respetando la normalización (ver figura 2) y realizar el diseño de bocetos.

5. Codificación. Implementación de los casos de uso de manera iterativa.

6. Pruebas. Realización de pruebas unitarias, de integración, de caja negra y caja blanca.

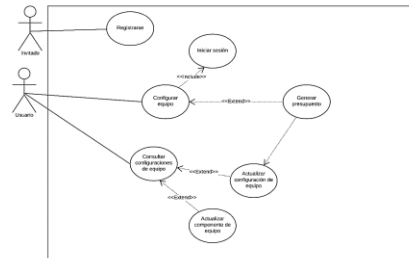


Figura 1. Diagrama de casos de uso.

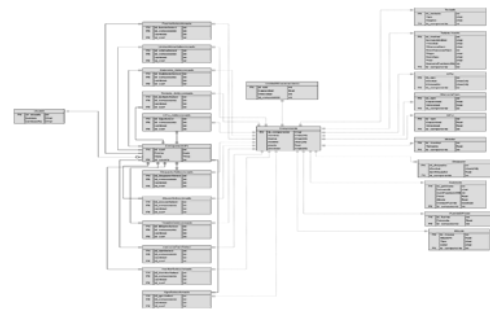


Figura 2. Diagrama relacional.

## RESULTADOS

Durante el desarrollo del prototipo, se obtuvieron los requerimientos mediante las historias de usuario, las cuales fueron planteadas por el mismo equipo desarrollador.

Para su realización se planificaron las tareas mediante diagramas utilizando Gantt Project, posteriormente para su diseño se realizaron diagramas, entre los cuales se encuentran; diagrama de casos de uso (ver figura 1) el cual permitió

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

establecer las funcionalidades del sistema, después se realizó el diagrama relaciona de la base de datos integrada en su tercera forma normal (ver figura 2).

Su siguiente paso fue implementarlo, para esto se utilizó la herramienta Android Studio el cuál es el entorno de desarrollo integrado oficial para el desarrollo de aplicaciones Android basado en IntelliJ IDEA [9], para realizar la programación de su lógica se empleó el lenguaje Java, para su base de datos se utilizó SQLite pues permite la portabilidad de la base de datos ya que es un motor de base de datos SQL incorporado, pues este lee y escribe directamente en archivos guardados en discos ordinarios, en un solo archivo se encuentran las tablas, los índices, disparadores, y vistas[10] y XML para realizar la parte visual.

Para la realización de pruebas, primeramente, se realizaron pruebas unitarias por cada módulo que se realizaba, para posteriormente realizar pruebas de integración con cada módulo que se añadía al sistema. Además, se realizaron pruebas con usuarios finales para determinar su funcionalidad, en cuanto a su funcionamiento lógico la respuesta fue positiva, sin embargo, la mayoría coincidió en que es necesario mejorar la interfaz gráfica en el módulo de la selección de componentes.

Finalmente, aún se encuentra pendiente llevarla a un entorno real, donde su base de datos se mantenga actualizada con los componentes y obtenga la información necesaria de las diferentes tiendas, distribuidoras y fabricantes.

De acuerdo con el prototipo realizado, se describe el funcionamiento de los siguientes módulos.

- Pantalla de inicio: En la página principal se muestra el botón para seleccionar los componentes del equipo de cómputo a equipar (ver figura 3).
- Selección de componentes. Se muestra la pantalla en la que el usuario elige los componentes, en esta parte el sistema le muestra los componentes por categoría, y una vez elegida, le muestra los componentes disponibles con su precio, además de dar a elegir al usuario el número de componentes a escoger (ver figura 4). en el prototipo solo se muestran componentes de una sola distribuidora y estos se consultan dentro de una base embebida, sin embargo, en el producto final hará consultas de diferentes tiendas y distribuidoras mediante una base de datos en línea que se actualice en tiempo real.
- Componentes seleccionados. En esta parte se muestran en una lista los componentes elegidos por el usuario (ver figura 5).

- Registros. Se muestran los registros realizados por el usuario, esto con la finalidad de que, si el usuario haya tenido que realizar otra actividad fuera de la aplicación o del dispositivo, pueda continuar con su selección de componentes (ver figura 6).
- Reportes. La aplicación realiza reportes en formato PDF, para poder visualizarlos en cualquier otro dispositivo que cuente con un lector PDF. En el producto final se incluirá una columna en la que se mostrará el enlace a la publicación del producto del sitio web de la tienda o distribuidora y del fabricante (ver figura 7).

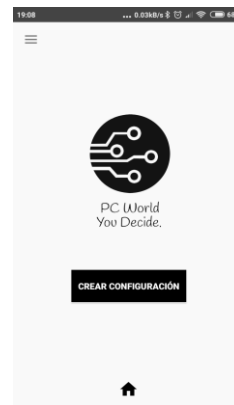


Figura 3. Pantalla principal.



Figura 4. Selección de componentes.



Figura 5. Componentes Seleccionados



Figura 6. Registros

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Reporte

### Componentes seleccionados

Generado: 11/4/2018

Los componentes seleccionados son:

Nombre	Marca	Modelo	Cantidad	Proveedor	Precio
cpu	AMD	Ryzen 5 1600x@3.6GH 2	1	CyberPuerta	3389.0
Disipador	Kraken	RL-KRX62-02 12Cm	1	CyberPuerta	2919.0
GPU	Biostar	Nvidia V6802X2132 5MHz256Mb	2	CyberPuerta	2809.0
memoriaRam	Adata	AX4U240038G 16-SBF #2b 2400MHz	2	CyberPuerta	1999.0
Monitor	LG	20MP48A23"	2	CyberPuerta	1789.0
tarjetaMadre	Gigabyte	GA-A320M- SZH	1	CyberPuerta	1089.0
Teclado	Eagle Warrior	KGTANK00882 EGWW Alámbrico	1	CyberPuerta	344.0

El total es: 20935.0

Figura 7. Prototipo de reporte con los componentes seleccionados

## CONCLUSIONES

Dado al prototipo desarrollado, se demuestra la facilidad que le ofrece a los usuarios el elegir los componentes de un equipo de cómputo, sin tener que preocuparse por la compatibilidad de los componentes, puesto que los usuarios de prueba lograron seleccionar los componentes e iban siendo mostrados de acuerdo con las características de la tarjeta madre.

Como se describió en el presente documento, se propone mostrar los productos de diferentes tiendas en línea, fabricantes y distribuidores, de modo que los usuarios puedan tomar una mejor decisión a la hora de comprar componentes para su equipo, por lo tanto, se encuentra pendiente el realizar los métodos necesarios para obtener la información de los productos de las tiendas, fabricantes y distribuidores, y que está información sea actualizada continuamente.

## REFERENCIAS

- [1] sistemas.com. Recuperado el 14 de septiembre de 2018. Obtenido de: <https://sistemas.com/computadora.php>
- [2] campusvirtual.univalle.edu.co. Recuperado el 14 de septiembre de 2018. Obtenido de: [https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/589231/mod\\_resource/content/0/NotasClasePC.pdf](https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/589231/mod_resource/content/0/NotasClasePC.pdf)
- [3] Mata-Montero, MM. Berrón Lara, BLV. ¿Qué es una computadora? Obtenido de: <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/e0817.pdf>
- [4] Janina Jakubczyc, GJV. Paprzycki Wrocław, PWM, University of Economics. Infrastructure for E-Commerce. Oklahoma State University

- [5] Department of computer science (DST-FIST ASSITED). (2009). CUSAT. Obtenido de cochinchina university of science and technology
- [6] Quintar, T.L. (2007). Sistemas expertos y sus aplicaciones. Pachuca de soto: Universidad autónoma del estado de Hidalgo
- [7] H. Canós, J.H, Letelier P.L, Carmen Penadés, C.P. (2012). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software, ES, Universidad Politécnica de Valencia.
- [8] Calero Solís, C. S.M. (2003) Una explicación de la programación extrema (XP). Obtenido de: <ftp://200.0.25.51/Documentacion/ExplicaXP.pdf>
- [9] Google Developers. (25 de abril de 2018). Android Developers. Recuperado el 22 de septiembre de 2018. Obtenido de: <https://developer.android.com/studio/intro/>
- [10] SQLite. (s.f.). SQLite. Recuperado el 22 de septiembre de 2018. Obtenido de: <https://www.sqlite.org/about.html>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema móvil para la búsqueda de servicios de enfermería usando los servicios GPS de Google

Juan Camilo Camacho  
Ferreira

Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
Transversal 70 B No. 73 a 35 sur  
danielssj88@gmail.com

Sonia Alexandra Pinzón  
Nuñez

Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
Transversal 70 B No. 73 a 35 sur  
spinzon@udistrital.edu.co

Carlos Alberto Vanegas  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
Transversal 70 B No. 73 a 35 sur  
cavanegas@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El proyecto que se describe en el presente artículo, es una propuesta basada en la necesidad que tienen las personas cuyas condiciones de salud requieren tratamientos terapéuticos o servicios de inyectología, toma de medicamentos y aquellos que requieran acompañamiento, los cuales no forman parte del plan obligatorio de salud y que deben realizarse de forma constante, por lo cual es necesario solicitar la atención de personal especializado en el área de enfermería, lo cual implica gastar tiempo y recursos personales para realizar la búsqueda y contacto en la ciudad de Bogotá.

El desarrollo de una aplicación que facilite la localización de personal de enfermería a la medida de las necesidades de las personas que presentan estas necesidades será de gran importancia para el bienestar y acceso a los servicios de enfermería. Adicionalmente será un apoyo para las personas que prestan un servicio de enfermería permitiéndoles obtener una mayor experiencia frente a su área de desarrollo profesional y así poder acceder a mejores oportunidades laborales, además de mejorar sus ingresos.

El sistema utiliza la tecnología GPS para realizar el proceso de búsqueda generando una alternativa en el desarrollo de

aplicaciones en el ámbito de la salud cuyo impacto mejora la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

### ABSTRACT

The project described in this article is a proposal based on the need of people whose health conditions require therapeutic treatments or injecting services, taking medications and those that require accompaniment, which are not part of the mandatory plan of health and that must be done constantly, so it is necessary to request the attention of specialized personnel in the nursing area, which involves spending time and personal resources to perform the search and contact in the city of Bogotá.

The development of an application that facilitates the location of nursing personnel tailored to the needs of people who present these needs will be of great importance for the well-being and access to nursing services. Additionally, it will be a support for the people who provide a nursing service allowing them to obtain a greater experience in their professional development area and thus be able to access better job opportunities, in addition to improving their income.

The system uses GPS technology to perform the search process generating an alternative in the development of applications in the field of health whose impact improves the quality of life of the inhabitants of the city.

### Categorías ACM

C.1.3 [General]: Other Architecture Styles

Information systems~Global positioning systems

### Términos Generales

Algoritmos, Aplicaciones móviles, Diseño y Aplicación, Geolocalización.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Palabras clave

Geolocalización, Arquitectura Móvil, Algoritmos, Aplicaciones Android.

## Keywords

Geolocation, Mobile Architecture, Algorithms, Android.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en Colombia, la prestación de servicios médicos tales como inyectología, cuidados paliativos o acompañamiento, son atendidos como servicios domiciliarios y en algunos casos quienes requieren de estos servicios deben contratar a entidades privadas, cuya respuesta no es inmediata. Ejemplos de este tipo de servicios en entidades privadas son MEDIMAS, EMI y también se pueden encontrar servicios de acompañamiento que se ofrecen en internet como PRODIGIOS APP [1] y MEDYCARE[2].

En muchos casos el sistema de salud no ofrece este tipo de servicios, por lo cual las personas que tienen necesidades de cuidados especiales se ven obligados a buscar profesionales en salud que puedan ayudarles con estos cuidados, esperando tener un servicio de calidad y preciso, según las necesidades. Esto no siempre resulta bien, pues en ocasiones las personas contratadas no cuentan con los conocimientos necesarios para realizar su trabajo de forma correcta o puede que el trato personal de este no sea el adecuado frente al paciente.

A través de este proyecto se pretende generar una aplicación móvil que permita la interacción de profesionales y personas que requieren los servicios de salud.

En el campo de la salud el uso de tecnologías tiene un alto impacto ya que permite a las personas tener acceso y comunicación con los profesionales de la salud, pensando en esto se propone realizar una aplicación móvil que cumpla con este objetivo. Para ello el proyecto hace uso de tecnologías de geolocalización, mensajería y

notificaciones propias de los servicios que posee Google y sus librerías para Android incorporadas en los teléfonos móviles que cualquier persona pueda tener.

## OBJETIVO

Implementar un componente móvil de notificaciones y Geo posicionamiento para obtener información en tiempo real del personal de enfermería más cercano a la ubicación.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

### Problemática

En Colombia existen diferentes modelos de prestación de servicios de salud, los cuales se encuentran en el marco del

sistema de salud regulado por el Ministerio de Salud y Protección Social, entre ellos la hospitalización a domicilio y la atención médica domiciliaria [3], la cual tiene ejes potenciales de desarrollo, ya que se ha conocido su costo efectividad y seguridad en el manejo no solo de enfermos crónicos si no agudos, para lo cual, es necesario aumentar los esfuerzos para trabajar en ello y establecer estrategias para la mejora de estos servicios. Aun cuando ya existen servicios de cuidado domiciliario, se debe trabajar en Colombia por potenciar el desarrollo de estos, garantizar el manejo seguro de los usuarios [4].

Hoy en día, para poder encontrar un especialista adecuado estas personas como primera instancia irán a una farmacia donde se encontrarán con personas que “dicen” ser especialistas, pero, los cuales pueden o no tener un certificado que avala su conocimiento, poniendo en peligro la integridad de sus clientes. Además de esto, si las personas con estas necesidades, no encuentran una droguería cerca, se remitirán a un centro hospitalario donde tendrán que esperar a ser atendidos o que algún especialista esté disponible para que los puedan chequear. Todo esto implica un traslado, la incomodidad, los tiempos de espera, la seguridad de si realmente son los profesionales capacitados que dicen ser y otros factores que pueden complicar el estado de salud del paciente.

En algunos casos se puede dar que algunas aplicaciones, páginas web o grupos de Facebook, personas ofrezcan sus servicios sin aval alguno de que sus conocimientos sean reales o que la calidad de su trabajo sea buena, provocando esto que la integridad de los usuarios se vea severamente afectada.

### Georreferenciación

Es el proceso que facilita la localización de un punto específico o dirección dentro de un sistema de coordenadas cartográfico o digital. Este proceso implica la representación de los elementos del mundo real a través de un sistema de coordenadas llanas o planas, de tal forma que se pueda obtener el punto latitud, longitud.

Para obtener las coordenadas se utiliza la proyección, que consiste en aplanar la tierra o proyectar un mapa utilizando varias técnicas de proyección que permiten obtener las coordenadas x,y,z, donde x, y representan la ubicación sobre la superficie de la tierra y z representa la altura por encima o por debajo del nivel del mar, como se observa en la Figura 1[5].

Este proceso es muy utilizado en la implementación de aplicaciones en los Sistemas de Información Geográfica SIG, ya que a partir de estos se pueden generar diferentes capas o modelos para la obtención de datos.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

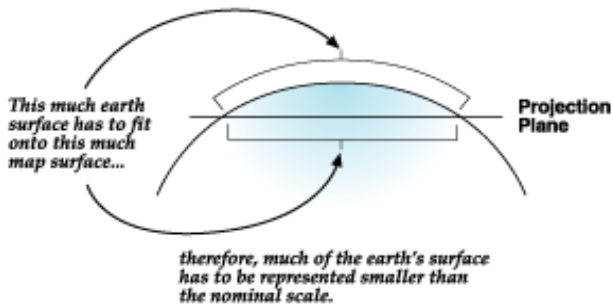


Figura 1. Propiedades y distorsión en proyecciones del mapa [5].

## Sistema de geoposicionamiento global – gps

Como su nombre lo indica es un sistema que ubica la posición de cualquier elemento sobre la Tierra, es decir permitiría ubicar una persona, un inmueble, un vehículo, entre otros. Este sistema fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objeto de establecer las posiciones en el globo terráqueo.

Actualmente el GPS es utilizado en varios ámbitos, especialmente en el apoyo a la navegación aérea, marítima y terrestre, también en casos de emergencia y desastre y aún más en el desarrollo de software en la implementación de servicios web y móviles, de tal forma que facilitan la ubicación en tiempo real desde cualquier dispositivo móvil.

## Funcionamiento del GPS [6]

El sistema GPS se basa en el uso de los satélites espaciales como referencia para ubicar puntos en la tierra, para ello se utiliza la **trilateración** que es un método matemático para obtener la posición relativa de un punto utilizando la geometría de triángulos.

El sistema GPS está compuesto por los siguientes segmentos:

**Segmento Espacial:** compuesto por el conjunto de satélites que constituyen el sistema y generan las señales de radio, a este grupo se le denomina NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging). Estos satélites recorren órbitas elípticas respecto al centro de la tierra, su ubicación puede variar según las variaciones de los campos magnéticos, este proceso está representado en la parte superior de la Figura 2.

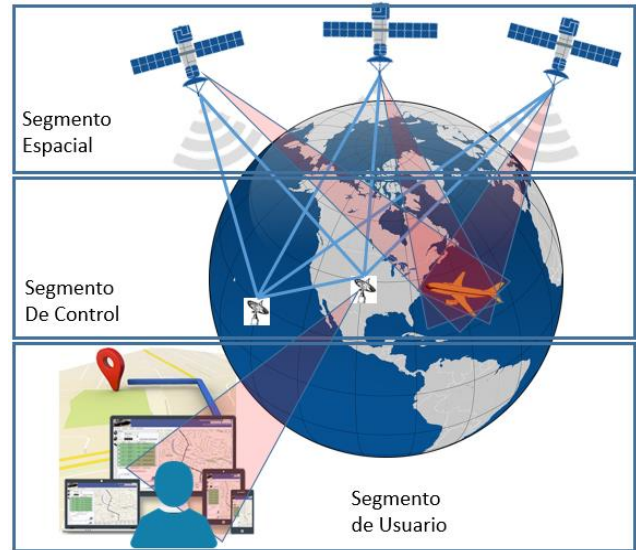


Figura 2. Funcionamiento del GPS.

**Segmento de control:** corresponde al sistema que agrupa las estaciones de vigilancia distribuidas alrededor del planeta, las cuales realizan un seguimiento en determinados periodos de tiempo a los satélites, permitiendo asegurar que la información generada sea correcta, de lo contrario estas estaciones corrigen las señales que transmiten las estaciones satelitales, como se observa en la zona intermedia de la Figura 2.

**Segmento de usuario:** compuesto por la antena de recepción y el receptor GPS representado en la parte inferior de la Figura 2, el cual realiza los cálculos sobre los mensajes obtenidos de los satélites, de esta forma se pueden obtener datos como posición, velocidad, ruta, hora y fecha, entre otras, para la navegación.

## GPS en Dispositivos Móviles [7]

La mayoría de dispositivos móviles con sistemas operativos Android, iOS o Windows Phone ya incorporan el GPS, que genera los datos de posicionamiento, los cuales son interpretados por un sistema de navegación utilizando una tecnología de sistemas de información geográfica SIG y la red.

Los teléfonos con sistema Android pueden obtener las ubicaciones de las torres de celulares cercanas al equipo, esto optimiza el envío de los mensajes y de notificaciones push.

Actualmente son muchas las aplicaciones que utilizan el GPS entre las que se encuentran: Google Maps, Waze, Here WeGo, Sygic, CoPilot, entre otros.

## Servicio Google Maps

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Es un conjunto de aplicaciones de mapas en la web. Esta plataforma fue lanzada en el 2005 por Alphabet Inc. compañía dueña de Google.

Google Maps se puede integrar con aplicaciones iOS, Android y computadores personales permitiendo obtener un mayor provecho en diversas aplicaciones como [8]:

Obtener resultados de proximidad, por ejemplo, al requerir la ubicación de lugares, personas o cosas cercanas a un punto específico o una ubicación actual. Este servicio es usado en Facebook y Twitter.

Encontrar sugerencias de ruta, es el caso de la obtención de una trayectoria entre dos puntos. Este tipo de aplicaciones es usado en los sistemas de servicio público como taxis o uber.

Obtener el estado del tráfico, de tal forma que se puede obtener el estado de la movilidad en una zona definida. Este servicio lo utilizan aplicaciones como Waze.

Acceder a la vista detallada de un lugar una dirección específica con mapas estáticos, interactivos o satelitales haciendo uso del servicio Street View.

Y muchas otras en los diferentes campos de acción.

## Propuesta tecnológica

La alternativa planteada para realizar la búsqueda de servicios de enfermería consiste en hacer uso del servicio Google Maps.

### Descripción Del Sistema

El sistema estará planteado para dos actores: el prestador del servicio quien podrá registrarse con algunos datos de contacto y con los puntos de ubicación en el mapa, los cuales serán tomados como referencia para la búsqueda. El segundo actor es el usuario que realizará la búsqueda de los prestadores del servicio.

La aplicación móvil propuesta permitirá acceder a la ubicación de diferentes prestadores del servicio de enfermería, la cual podrá visualizarse y enviarse a través de un dispositivo móvil facilitando búsqueda y contacto de este tipo de especialistas. De esta forma el sistema apoyará los procesos de la atención médica domiciliaria disminuyendo el tiempo de búsqueda, los costos de movilización, convirtiéndose en un canal de comunicación entre las personas que requieren cuidados especiales o atención domiciliaria.

En la Figura 3, se presenta el diagrama de contexto el cual representa la funcionalidad propuesta en la aplicación.

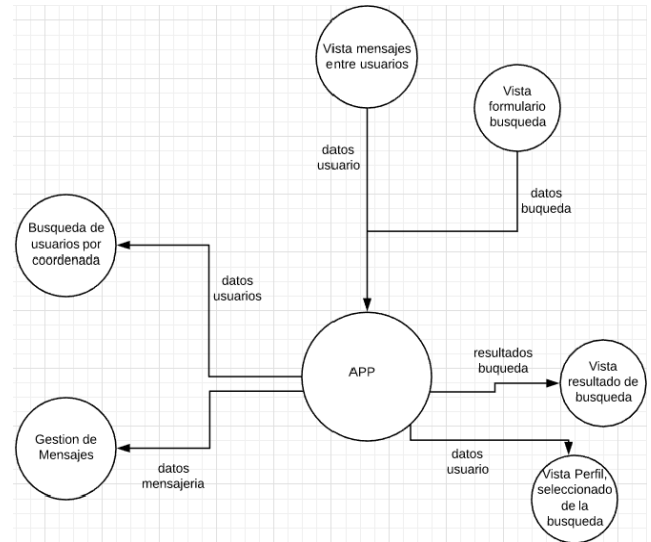


Figura 3. Diagrama de contexto del sistema.

Vista formulario búsqueda: el usuario ingresará al sistema donde aparecerá el mapa de la ciudad de Bogotá, el cual tendrá el indicador de posición del usuario actual, siempre que el servicio GPS se encuentre activado.

Vista mensajes entre usuarios: el sistema permitirá acceder a los mensajes generados entre el usuario y los contactos seleccionados de prestadores de servicio al ubicarlos en el mapa.

Búsqueda de usuarios por coordenada: El sistema permitirá seleccionar el radio de búsqueda y el punto central de la misma, filtrando los usuarios registrados con sus posiciones y los mostrará en el mapa con un icono indicador.

Vista Perfil contacto: Desde el mapa de búsqueda el usuario podrá seleccionar o activar el marcador de un prestador de servicios que se encuentre cerca al área seleccionada se mostrara una vista donde se verán los datos de contacto del prestador.

Gestión de mensajes: el sistema permitirá generar mensajes tipo push, entre los usuarios y prestadores de servicio, para establecer una cita de atención o cancelar el servicio, según sea el caso.

## Módulos Del Sistema

La aplicación comprende los siguientes módulos:

Módulo de gestión de usuarios:

Este módulo se encarga de los procesos de registro, actualización y desactivación de los usuarios del sistema, el usuario prestador del servicio de enfermería y el usuario que hace el proceso de búsqueda del servicio. En los dos casos, el módulo permitirá gestionar la información de los usuarios con su Nombre, Email, Contraseña, Imagen de perfil como mínimo.

El prototipo para realizar el proceso de ingreso se observa en la siguiente Figura 4.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia  
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 4. Módulo de Registro.

## Módulo de Búsqueda

En este módulo se realizan dos procesos, el primero denominado proceso de búsqueda, para a los usuarios que requieren el servicio realizar búsquedas del personal a partir del ingreso de un punto específico en el mapa, como se representa en la Figura 5.

El segundo proceso llamado Agregar ubicación, para el usuario prestador del servicio donde se podrán registrar, eliminar o actualizar ubicaciones, como puntos de referencia, que el personal de enfermería podrá usar para ser ubicados mediante el proceso de búsquedas.

Para este módulo se hace uso de Maps Android: Buscando poder integrar la navegación de Google Maps en el proyecto de Android, es necesario realizar algunas configuraciones, lo primero que se requiere es tener una clave de producto especial para Google Maps, esto debido a que al ser una herramienta tan poderosa se debe regular el uso y cantidad de peticiones por proyecto, para este caso se usará una licencia gratuita [9].

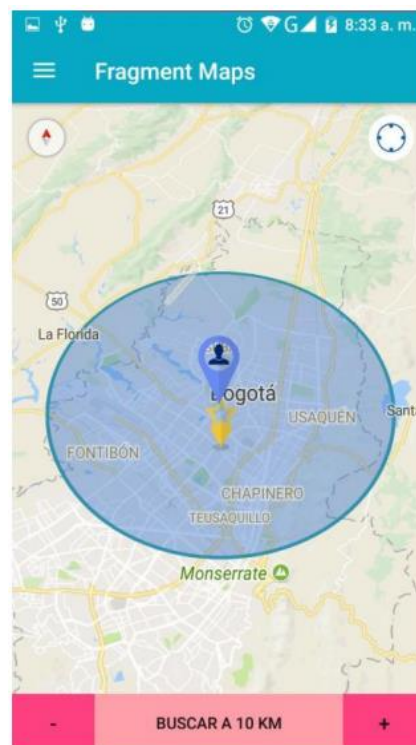


Figura 5. Pantalla de búsqueda.

## Proceso de búsqueda

Al implementar el servicio Google Maps en el sistema el usuario podrá observar una pantalla con un mapa el cual se puede arrastrar y ubicar un punto de referencia sobre el cual realizará la búsqueda tal como aparece en la Figura 5.

Para realizar la búsqueda de personal se debe posicionar el mapa en el punto donde se desea realizar la búsqueda, para ello deberá estar activado el GPS si desea que se ubique en la posición actual del usuario. Después de posicionada en el punto se dispondrá de 3 botones, los cuales permitirán modificar el radio de búsqueda en Km, al presionar + aumentará en 1 y al presionar - disminuirá en 1. La distancia mínima de búsqueda es de 1 Km y la máxima es de 20.

El botón "Buscar a X KM" activará la búsqueda del personal de enfermería que se encuentren dentro del radio de búsqueda, indicando con el ícono de ubicación en color amarillo, de esta manera el usuario podrá seleccionar la persona cuya ubicación sea la más cercana a su punto.

Para obtener la información de contacto del personal de enfermería, el usuario deberá hacer clic o seleccionar el ícono de la ubicación que aparece en color amarillo y representa el punto de ubicación del prestador del servicio tal como aparece en la Figura 6.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

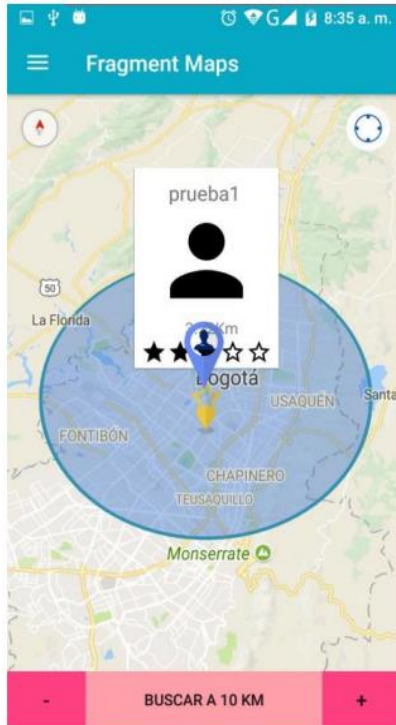


Figura 6. Información de contacto.

## Cálculos para realizar la búsqueda

Si bien las tecnologías de los teléfonos móviles y las API's de Google aportan ventajas sobre los sistemas utilizados, es bueno aclarar que estos solo proporcionan las herramientas para procesar la información, pero es el desarrollo de los algoritmos lo que permite obtener el resultado esperado.

Teniendo en cuenta las coordenadas y los puntos de referencia que son generados en Google Maps y almacenados en la base de datos del sistema, se deben realizar los cálculos que permiten determinar cuál es la ubicación más cercana al punto de referencia, cuál está más lejos o cual no entraría en el rango de búsqueda, para esto se utilizó "la fórmula Haversine", fórmula utilizada para el cálculo de la distancia de dos puntos en espacio terrestre que incluye la latitud y longitud [8].

## Proceso Agregar ubicación

Este proceso lo realiza el prestador del servicio, luego de estar registrado en el sistema y consiste en añadir puntos de referencia en el mapa, los cuales serán utilizados posteriormente en la búsqueda de los usuarios que requieran los servicios.

El procedimiento para agregar una ubicación consiste en ingresar a la opción Agregar ubicación haciendo clic en el área

inferior y luego hacer clic o seleccionar en la pantalla un punto específico de la vista del mapa, de esta forma aparecerá el ícono de ubicación o indicador sobre el mapa.

Cuando un usuario realice el proceso de búsqueda y si el punto se encuentra en el rango seleccionado aparecerá activa dicha ubicación. La figura 7 presenta la vista del mapa en la aplicación cuando se agrega una ubicación.



Figura 7. Agregar ubicación.

## Arquitectura tecnológica del Sistema

Para el desarrollo del sistema se han utilizado los estándares de desarrollo de software para aplicaciones web como HTML5, CSS3, además de los servicios de Google relacionadas con geolocalización como Google Maps y notificaciones push para la mensajería. En la Figura 8, se representa la interacción de estas tecnologías dentro de la arquitectura del sistema.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

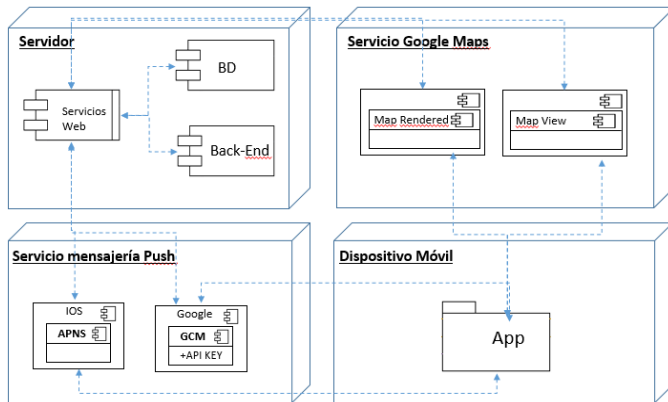


Figura 8. Arquitectura tecnológica del sistema.

Adicionalmente se ha utilizado para el desarrollo del aplicativo el IDE propio de google llamado Android studio, para facilitar la configuración correcta de los servicios [9].

## RESULTADOS

Hasta el momento el sistema se encuentra en fase de implementación, aunque se ha logrado generar un prototipo básico cuyas pruebas realizadas han permitido llevar a cabo el registro de los usuarios, la adición de ubicaciones o puntos para los usuarios de personal médico y la búsqueda de estos en un radio específico a partir de un punto específico dentro del mapa en la ciudad de Bogotá.

## CONCLUSIONES

Se consideró que el proyecto de localización de personal de enfermería con base en geo posicionamiento plantea una solución para los usuarios que pudieran requerir de ella, es una herramienta con la cual los prestadores de servicios y los usuarios particulares pueden obtener un beneficio ya sea económico o personal. Con lo cual se demuestra que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son de gran ayuda para el ámbito social y que el desarrollo de herramientas que faciliten la comunicación y gestión de procesos para los pacientes siempre serán muy útiles.

Cabe resaltar que las tecnologías y sistemas móviles como Android principalmente, al estar respaldadas por grupos de desarrollo mundiales como Google Developer Team y al ser una tecnología de fácil acceso, abre las puertas a oportunidades de avance constante y significativo. Estos avances fueron los que hicieron posible la configuración tecnológica necesaria para el reporte GPS a partir de dispositivos móviles con bajo costo frente a batería y envío de información.

La construcción del módulo de georreferenciación fue un elemento determinante en el desarrollo del proyecto, fue un reto

el entender todo lo que implica esta tecnología y como cada vez avanza más en los diferentes dispositivos. Gracias a que se hizo con un esquema de desarrollo tan organizado y sólido como lo propone Android studio. Además de obtener la documentación necesaria hasta el momento de Google Developers para la configuración del servicio dentro del proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] García López Felipe, G.L. (06,14, 2018). *Pródigos*. Obtenido de: <https://www.prodigosapp.com>
- [2] Cances S.A. (06 14, 2018). *Medycare SAS*. Obtenido de: <http://medycare.com.co>.
- [3] Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 5521 de 27 de diciembre de 2013. República de Colombia.
- [4] Sánchez M, Fuentes G. (2016). Gestión clínica de programas de cuidado domiciliario. *Revista CES Salud Pública*. 7 (2).
- [5] ArcGIS Resource Center. (04,31,2018). Georreferenciación y sistemas de coordenadas. Obtenido de: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000s000000.htm>.
- [6] Correia Paul. (C.P.) (2001). *Guía práctica del GPS*. Barcelona (España). Marcombo.
- [7] Collado Christian (C.C) (06,14, 2018). GPS para Android: mejores apps para navegar y cómo sacar todo el partido al GPS del móvil. *Andro4all* [online]. Obtenido de: <https://andro4all.com/2018/05/gps-para-android>
- [8] Mendoza Solórzano Patricio. (M.P.). Villacis Vargas Cristian Ángel (V.C.). (2014). *Análisis y solución al congestionamiento vehicular en horas pico utilizando una aplicación móvil con GPS*. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.
- [9] Google Developers. (2018), Google Maps Platform. Google Developers (05, 15, 2018). Obtenido de: <https://developers.google.com/maps/documentation/>
- [10] Google Developers. (2018), Google Maps Platform. Google Developers (05, 15, 2018). Obtenido de: <https://cloud.google.com/maps-platform/>
- [11] Malave Polanco Kristel (M.K). Beuperthuy Taibo José Luis (B.J). (2011). *Android: El Sistema Operativo De Google Para Dispositivos Móviles*. *Revista Negotium*. 19 (7), pags 79- 96.

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Algoritmo genético aplicado a la optimización de brigadas sanitarias para combatir el dengue

Cirilo Tino Salgado  
Unidad Académica de Ciencias y  
Tecnologías de la Información.  
Universidad Autónoma de  
Guerrero.  
Av. De las Colinas No. 37 Fracc.  
Las Playas. Acapulco, Guerrero,  
México.  
(+52)7441089427  
ctino@uagro.mx

José Maclovio Sautto Vallejo  
Centro Regional de Educación  
Superior de la Costa Chica  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Carretera Nacional Ayutla Cruz  
Grande, S/N  
(+52) 7445466213  
sautto@uagro.mx

Virgilio Cruz Guzmán.  
Unidad Académica de matemáticas.  
Universidad Autónoma de  
Guerrero.  
Carlos E. Adame No. 54, Col.  
Garita. Acapulco, Guerrero,  
México.  
(+52) 7443108944  
vguzman@uagro.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Las enfermedades vectoriales como el dengue, chikungunya y el virus del Zika son transmitidas principalmente por la picadura del mosquito *Aedes aegypti*. Estas enfermedades ponen en riesgo a la mitad de la población mundial y generan un gasto elevado en salud pública en varios países, principalmente en Latinoamérica. El vector *Aedes aegypti* es un mosquito urbano que se reproduce, principalmente en agua de consumo humano. La vigilancia entomológica es el procedimiento comúnmente utilizado para combatir a este vector y controlar la densidad de su población. En este sentido, sistemáticamente las autoridades sanitarias conforman equipos de personal capacitado, conocidos como brigadas para aplicar los procedimientos de control establecidos en las viviendas ubicadas en zonas de riesgo.

Un despliegue o distribución apropiada de estas brigadas permite cubrir un mayor número de viviendas. Esta situación se puede modelar como un problema de localización de máxima cobertura, en el que los puntos geográficos a cubrir se consideran como puntos de demanda y las brigadas como instalaciones a localizar. Tomando en cuenta estos elementos, en este trabajo se presenta

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

un Algoritmo Genético mediante el cual se resuelve el problema de localización mencionado. Experimentos computacionales fueron realizados sobre datos reales de Acapulco de Juárez, Guerrero, México. Los resultados obtenidos proporcionaron información útil que puede servir para mejorar significativamente el proceso de toma de decisiones asociado a la vigilancia y control entomológico del *Aedes aegypti*.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Enfoque bio - inspirado:** Algoritmo genético.

**Análisis de algoritmos de aproximación:** Localización de instalaciones y agrupamiento.

### Términos Generales

Inteligencia artificial, Programación evolutiva, Algoritmo genético.

### Palabras clave

Dengue, Enfermedades transmitidas por vectores, Algoritmo genético, Problemas de localización de máxima cobertura, Meta heurísticas bioinspiradas.

### Keywords

Dengue, Diseases transmitted by vectors, Genetic algorithm, Location problems of maximum coverage, bio-inspired metaheuristics.

### INTRODUCCIÓN

El *Aedes aegypti* (Ae. *aegypti*) es el mosquito responsable de propagar Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) como Dengue, Zika, Chikungunya, entre otras. Por su fácil adaptación a cambios de temperatura y periodos de decantación, este vector se encuentra presente en todos los continentes del planeta, siendo las regiones del Caribe, Asia, Sudamérica y África las más afectadas.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

De acuerdo con [1], el dengue es la ETV con mayor presencia en el mundo, afectando a por lo menos el 55% de la población. Asimismo, en [2] se estima que en el mundo se registran entre 50 y 100 millones de casos de dengue por año.

Tan solo en México, la Dirección General de Epidemiología (DGP) considera que el 60% del territorio mexicano presenta condiciones favorables para la reproducción y propagación de vectores, [3]. Prueba de ello son los 14138 casos de dengue registrados en el año 2017, donde los estados de Guanajuato, Nuevo León y Veracruz fueron los más afectados. En respuesta a esta problemática la Secretaría de Salud Mexicana busca mitigar y controlar la densidad poblacional del *Ae. aegypti* a través de un proceso de vigilancia entomológica, el cual está integrado por las siguientes medidas de prevención.

1. Colocación y despliegue de trampas de oviposición conocidas como ovitrampas, que usualmente son distribuidas en zonas de proliferación de vectores, con el objetivo de medir y estimar la población de los mismos.
2. Despliegue de brigadas sanitarias en zonas de riesgo entomológico para abatizar, fumigar y eliminar criaderos potenciales del *Ae. aegypti*, así como dotar de información a la población civil.
3. Despliegue de personal nebulizador enfocado a combatir el *Ae. aegypti* en zonas de mayor extensión territorial haciendo uso de nebulizaciones realizadas desde un vehículo motorizado.

El dengue no sólo representa un problema de salud pública en México. Estimaciones dadas en [4] indican que la Secretaría de Salud Mexicana gasta en promedio \$32.6 USD por cada caso de dengue atendido. Considerando los casos de dengue registrados en el año 2017, el gasto anual ronda en alrededor de \$455,243.60 USD. Sin embargo, esta suma no incluye el combate del *Ae. aegypti* a partir del proceso de vigilancia entomológica.

Por su ubicación geográfica y condiciones climáticas, el estado de Guerrero es una de las entidades federativas más afectadas por ETV. Esto puede verse reflejado en los registros de casos de dengue presentados en el periodo 2015-2016, donde el estado de Guerrero ocupaba el primer lugar a nivel nacional con 2319 casos, siendo Acapulco de Juárez el municipio más afectado, [5].

Diversas propuestas se han realizado y presentado para combatir el dengue, desde diferentes perspectivas, [6], [7], [8]. Sin embargo, la mayoría se han enfocado solamente en la recolección de información que pueda ser útil para el proceso de toma de decisiones. En [9] se propone visualizar y analizar la problemática de la distribución o despliegue de brigadas sanitarias u ovitrampas a partir de modelos matemáticos de optimización, clasificados como Problemas de Localización con Cobertura (PLC), los cuales buscan encontrar las mejores ubicaciones para una o más instalaciones de servicio que, considerando una distancia o tiempo de respuesta den cobertura a nodos de demanda presentes en un escenario de análisis. Dos de los principales modelos matemáticos clasificados como PLC, son los Problemas de Localización de Cobertura de Conjuntos (PLCC) y el Problema de Localización de Máxima Cobertura (PLMC).

Un PLCC busca minimizar el número de instalaciones de servicio a ubicar, para dar cobertura total a un conjunto de puntos de demanda. En contraste, un PLMC pretende maximizar la cobertura de puntos de demanda considerando un número  $z$  de instalaciones de servicio establecido a priori. Con la aplicación y solución de estos tipos de modelos se han encontrado resultados prometedores en diferentes dominios de aplicación, por ejemplo, [10], [11], [12]. Concretamente, para solucionar estos modelos se requiere de la aplicación de algoritmos exactos o aproximados. Uno de los métodos comúnmente utilizado para dar solución a problemas de localización de instalaciones son las metaheurísticas. Este tipo de algoritmos, proporciona soluciones aceptables en un tiempo razonablemente corto. Específicamente, este hecho ha logrado una aceptación generalizada de las metaheurísticas, ya que en problemas con grandes cantidades de datos, encuentran soluciones que con los algoritmos exactos sería difícil o imposible de encontrar. En general, las metaheurísticas buscan soluciones a partir de la exploración y la explotación de un espacio de búsqueda, el cual es definido en el análisis del problema a abordar.

Los algoritmos genéticos (AG), son metaheurísticas bioinspiradas, los cuales simulan computacionalmente procesos biológicos llevados a cabo en la teoría de la evolución, con el objetivo de generar mejores soluciones en cada generación, haciendo uso de operadores evolutivos. Una revisión más detallada puede ser vista en [13]. En particular, un AG permite la evolución de soluciones potenciales a ser solución de un problema. La utilidad de este algoritmo en la resolución de un PLC ha sido demostrada en distintas áreas del conocimiento, principalmente en problemas complejos de optimización, en donde el coste computacional es excesivo, [12], [14].

En este trabajo se considera el modelo planteado en [9] para optimizar la ubicación de brigadas sanitarias. Asimismo, para resolver el problema resultante, se diseñó e implementó un AG, el cual, se configuró de acuerdo a los parámetros del modelo a resolver. Los datos utilizados para probar tanto el modelo como el algoritmo fueron obtenidos en [9]. Los resultados generados a partir de la ejecución del algoritmo fueron visualizados y comparados mediante el uso de tablas y mapas cartográficos.

### OBJETIVOS

Tomando en cuenta la problemática general del dengue, y de manera particular, en el municipio de Acapulco de Juárez, se ha determinado como objetivo principal, diseñar e implementar un algoritmo genético capaz de resolver el PLCM presentado en [9] para determinar las mejores ubicaciones para brigadas sanitarias encargadas de realizar los procesos de vigilancia entomológica. Para concretar el objetivo principal, hemos determinado los siguientes objetivos específicos.

1. Adaptar y configurar la formulación del PLMC a las características reales del problema de la localización de brigadas sanitarias a abordar.
2. Configurar e implementar un algoritmo genético para resolver el modelo resultante.
3. Realizar experimentaciones y analizar desde diferentes perspectivas los resultados obtenidos por el AG con el fin de obtener información útil para el proceso de toma de

decisiones que se realiza en el contexto de la vigilancia entomológica.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Tal y como se mencionó antes, la problemática de la distribución o despliegue tanto de brigadas sanitarias u ovitrampas pueden ser vistas y modeladas mediante los problemas de localización de cobertura, [9]. En este sentido, a partir de la solución de estos modelos, se obtienen resultados prometedores que pueden ser visualizados a través de tablas o mapas cartográficos, los cuales pueden servir como una herramienta efectiva y eficaz para explorar diversas soluciones y encontrar información útil para la mejora del proceso de toma de decisiones dentro del contexto de la vigilancia entomológica. Para modelar esta problemática y cumplir con el objetivo planteado de este trabajo, se consideró lo que a continuación se describe.

#### Problema de localización de máxima cobertura

En un PLMC se considera un conjunto de puntos de demanda y un conjunto de instalaciones de servicio a ubicar. El objetivo principal de este problema consiste en encontrar las mejores ubicaciones para un número  $p$  de instalaciones de servicio previamente conocido que, considerando una distancia o tiempo de respuesta proporcionen una mayor cobertura de los puntos de demanda. En la figura 1, se muestra esquemáticamente una solución factible a un PLMC con dos instalaciones de servicio. Podemos ver claramente el radio de cobertura de las instalaciones que representa el tiempo o distancia y los puntos de demanda cubiertos.

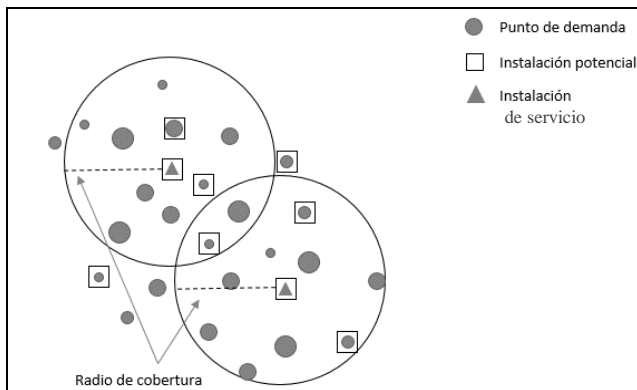


Figura 5. Problema de localización de máxima cobertura con dos instalaciones de servicio.

La notación y formulación de un PLMC es como sigue.

#### Notación

$i, I$	Índice y conjunto de puntos de demanda.
$j, J$	Índice y conjunto de localizaciones potenciales de instalaciones de servicio.
$S$	Radio de cobertura o tiempo máximo de respuesta de una instalación.
$N_i$	$= \{j \in J \mid d_{ij} \leq S\}$ conjunto de localizaciones potenciales capaces de cubrir el punto $i$ , considerando una distancia $S$ , $d_{ij}$ es la distancia entre el punto $i$ y la ubicación potencial $j$ para la instalación.
$p$	Número de instalaciones de servicio.
$w_i$	Demanda asociada al punto $i$ .
$x_j$	1 si una instalación es ubicada en la localización $j$ , 0 en caso contrario.
$y_i$	Representa la cobertura del punto $i$ por alguna instalación de servicio. 1 si está cubierto ( $\exists j \mid x_j = 1 \wedge j \in N_i$ ), 0 en caso contrario.

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{i \in I} w_i y_i \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq y_i \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_j = p \quad (3)$$

$$x_j = \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (4)$$

$$y_i = \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (5)$$

En este problema la ecuación (1) es la función objetivo, la cual maximiza la demanda cubierta por un conjunto de instalaciones de servicio. La restricción (2) señala que una o más instalaciones serán localizadas dentro de una distancia o radio de cobertura  $S$  a partir del punto de demanda  $i$ . La restricción (3) indica el número de instalaciones a localizar en el modelo. Finalmente, las restricciones (4) y (5) establecen el carácter binario de las variables  $x_j$  y  $y_i$  respectivamente.

#### Configuración del PLMC para el caso particular de las brigadas sanitarias

Considerando la modelación general del PLMC, la notación específica para el problema de las brigadas sanitarias se expone a continuación.

#### Notación adaptada al problema de las brigadas sanitarias

$i, I$	Índice y conjunto de puntos de demanda.
$j, J$	Índice y conjunto de localizaciones potenciales de brigadas sanitarias.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

$S$  Radio de cobertura de una brigada sanitaria.  
 $N_i = \{j \in J \mid d_{ij} \leq S\}$  conjunto de localizaciones potenciales capaces de cubrir el punto  $e$ , considerando su radio de cobertura  $S$ ,  $d_{ij}$  es la distancia entre el punto  $e$  y la ubicación potencial  $f$  para la brigada sanitaria.  
 $z$  Número de brigadas sanitarias.  
 $w_i$  Demanda asociada al punto  $e$ .  
 $x_j$  1 si una brigada sanitaria es ubicada en la localización  $f$ , 0 en caso contrario.  
 $y_i$  Representa la cobertura del punto  $e$  por alguna brigada sanitaria. 1 si está cubierto ( $\exists j \mid x_j = 1 \wedge j \in N_i$ ), 0 en caso contrario.

```

3  calcular_aptitud(pob, tam_pob, mejor_solución);
4  Para i = 0 hasta < num_gen{
5      seleccionar(pob);
6      recombinar(pob, pr);
7      mutar(pob, pm);
8      calcular_aptitud(pob, tam_pob, mejor_solución);
9      i++;
10 }
11 retornar mejor_solución;
12 }

```

## Algoritmos genéticos

En problemas de búsqueda estocástica u optimización, el uso de metaheurísticas bioinspiradas es muy valorado, ya que establecen estrategias de búsqueda que permiten la evolución de soluciones con el objetivo de aproximarse a una solución óptima, [15].

Un algoritmo genético (AG), es una técnica de las metaheurísticas bioinspiradas, basada en la teoría de la selección natural propuesta por Charles Darwin, la cual plantea la supervivencia de los miembros de una población con mayor aptitud. El algoritmo no garantiza encontrar la mejor solución, sin embargo, retorna una de las mejores soluciones.

Un AG es capaz de procesar simultáneamente un conjunto de soluciones potenciales de un problema en cada generación, buscando mejorarlas a través de operadores genéticos, tales como: selección, cruza o recombinación y un operador de mutación.

En un AG, siguiendo el paradigma evolutivo, las soluciones potenciales a un problema son vistas como individuos, cuyo grado de calidad está dado por una función de aptitud, encargada de determinar su nivel de adaptación a ser solución del problema. De igual manera, cada iteración del algoritmo puede verse como una generación.

Mediante el operador de selección se descartan individuos con baja aptitud, dando así mayor oportunidad al resto de los individuos de generar mejores soluciones mediante el operador de recombinación, el cual se encarga de explorar otros puntos presentes en el espacio de búsqueda. Seguidamente, los individuos surgidos a partir de la recombinación son modificados mediante el operador de mutación con el fin de explotar otros puntos presentes en el espacio de búsqueda. Al término de cada generación, los individuos creados son evaluados mediante la función de aptitud. La Tabla 3 resume el funcionamiento general del Algoritmo Genético.

**Tabla 3. Pseudocódigo del Algoritmo Genético**

Entrada:  $num\_gen, tam\_pob, pr, pm$   
 Salida:  $mejor\_solución$   
 1 función algoritmo\_genético( $num\_gen, tam\_pob, pr, pm$ ) {  
 2  $pob = generar\_población\_inicial()$ ;

## Configuración del algoritmo genético propuesto

Para dar solución al modelo planteado anteriormente, se ha optado por hacer uso de un AG, cuyos individuos son representados mediante números naturales. En este contexto, el algoritmo implementa operadores de selección por torneo determinista, recombinación monopunto probabilística y mutación monogén probabilística. Una descripción más detallada acerca de los procesos implementados por el AG puede ser vista a continuación.

## Representación del individuo

Un individuo (véase Figura 6) representa una solución del problema. Una solución está dada por el conjunto de localizaciones (puntos de demanda) en las que se ubicarán las brigadas sanitarias. Por tanto, la longitud del individuo (cantidad de genes) está dado por el número  $z$  de brigadas sanitarias a localizar, de esta forma cada gen contiene el identificador único del punto.

0	1	2	3	4	5	6
7	42	95	62	52	80	23

Figura 6. Representación del individuo con 7 genes.

## Operador de selección

Para este problema se ha determinado hacer uso del método de selección por torneo determinista. Es decir, un subconjunto de  $n$  individuos  $t_1, t_2, \dots, t_n$  elegidos aleatoriamente de la población, son comparados considerando su aptitud. El individuo con mayor aptitud es candidato para realizar el proceso de recombinación. Este operador se ejecuta hasta haber generado una población del mismo tamaño que la población inicial. Para este caso en particular, la selección por torneo considera un subconjunto de longitud  $n = z$ .

## Operador de Recombinación

El operador de recombinación monopunto probabilístico (véase Figura 7), lleva a cabo el intercambio de genes entre dos individuos con una cierta probabilidad de recombinación. De manera que el proceso se aplica si un valor  $r$  generado aleatoriamente es menor o igual a dicho valor de probabilidad. Los individuos partícipes de este proceso son elegidos aleatoriamente de entre la población previamente seleccionada. En otras palabras, la generación de nuevas soluciones está dada por dos soluciones padres, cada una de ellas aporta la mitad de las

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

ubicaciones potenciales en donde es posible ubicar las brigadas sanitarias. De esta manera, es posible explorar nuevos puntos en el espacio de búsqueda.

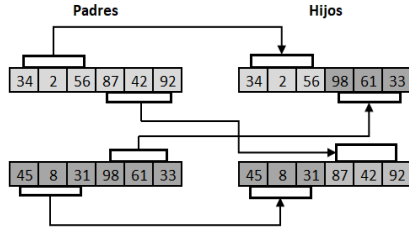


Figura 7. Generación de nuevos individuos mediante el método de recombinação monopunto probabilística.

## Operador de mutación

En este problema se ha decidido implementar el operador de mutación monogén probabilístico (véase Figura 8), el cual selecciona el valor de un gen del individuo de manera aleatoria. Es decir, se cambia una brigada sanitaria a otra ubicación aleatoria. De esta forma, es posible explotar el espacio de búsqueda y generar nuevas soluciones. Usualmente, este proceso está sujeto a un cierto valor de probabilidad inicialmente establecido, de manera que sólo se lleva a cabo si un número aleatorio  $r$  es menor o igual a este valor.



Figura 8. Mutación monogén probabilística del gen 3: se cambia la ubicación 62 de la brigada sanitaria a la ubicación 18.

## Experimentos

Para el presente caso de estudio, se han utilizado los datos expuestos en [9], los cuales nos indican una demanda (casos reportados de dengue) asociados a una ubicación geográfica. En esta dirección, el formato de puntos de demanda considera los siguientes datos.

- Identificador, clave única utilizada para hacer referencia a un punto de demanda.
- Ubicación geográfica (latitud, longitud) del punto de demanda.
- Demanda, cantidad de casos de dengue registrados en un punto geográfico.

## Configuración de parámetros del PLMC

Considerando la notación del PLMC adaptada al problema de las brigadas sanitarias, podemos aseverar que, a partir de los datos considerados se genera el conjunto  $D$  de puntos de demanda. En este problema, estrictamente consideramos el conjunto  $D$  como el conjunto de localizaciones potenciales  $P$ . Es decir, en cualquier punto  $p \in P$  es posible ubicar una brigada sanitaria. Para el caso particular de  $n$ , consideramos tres valores diferentes

{16, 18 y 20}, y, en todos los casos, un radio de cobertura  $S = 800$  metros para las brigadas sanitarias.

## Configuración de parámetros del AG

Para obtener resultados significativos del problema, se diseñaron y configuraron tres escenarios diferentes de acuerdo al número  $n$  previamente mencionado del PLMC. Los parámetros utilizados para el AG son los siguientes.

- Generaciones: La ejecución del algoritmo fue sometida a procesos evolutivos de 100, 200, 500 y 1000 generaciones.
- Individuos por generación: cada generación cuenta con 10 soluciones, es decir, 10 individuos.
- Genes por individuo: valor dado por  $n$  en cada escenario. Esto es, 16 genes para el primer escenario, 18 genes para el segundo y 20 genes para el tercero.
- Otros parámetros: 60% de probabilidad de recombinação y 30% de probabilidad de mutación.

## RESULTADOS

En esta sección se muestra la utilidad del modelo de optimización propuesto y el algoritmo de solución utilizado para determinar un despliegue adecuado de brigadas sanitarias.

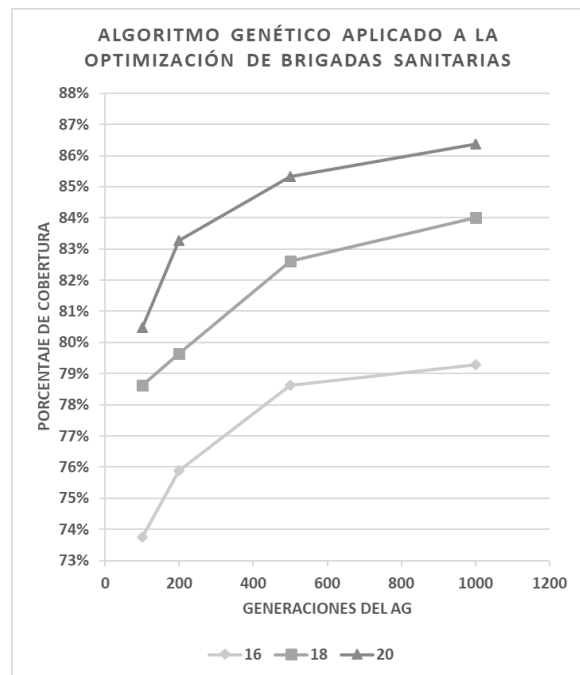


Figura 9. Resultados del AG aplicado a la optimización de brigadas sanitarias.

Para ejecutar el AG se utilizó un equipo portátil con procesador I3-4005U, 4 GB de memoria RAM y un Sistema Operativo Windows 10 Home. Los resultados obtenidos (véase Figura 9) indican una mejor distribución de las soluciones en

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

configuraciones del escenario con 20 brigadas sanitarias. Se puede apreciar además, que el mayor incremento de cobertura se obtiene entre las 200 y 500 generaciones. En los tres escenarios, el AG empieza a converger a partir de las 1000 generaciones, donde su porcentaje de cobertura promedio respecto a 500 generaciones incrementa en un 1%.

Para cada escenario se han determinado las peores y mejores soluciones (véase Tabla 4). En configuraciones del escenario con 16 brigadas sanitarias, hay una diferencia del 13.4% entre la peor y la mejor solución. Para escenarios en donde se pretende optimizar ubicaciones geográficas para 18 brigadas sanitarias, el porcentaje de cobertura mínima fue del 75.1%, mientras que la mejor solución cubre el 86% de los casos de dengue presentes en el escenario. Por su parte, en configuraciones con 20 brigadas sanitarias, la cobertura mínima brindada es del 75.1%, mientras que la máxima es del 88.5%, esto significa una diferencia del 12.9%. A partir de estos resultados podemos deducir que, para escenarios con 16 genes, no es necesario ejecutar el algoritmo con 1000 generaciones para obtener la mejor solución. Por su parte, en escenarios con 18 genes, el decremento del porcentaje de cobertura respecto a las demás configuraciones, puede ser dada al ubicar brigadas sanitarias cercanas, que den servicio a puntos de demanda ya cubiertos.

Tabla 4. Porcentajes mínimos y máximos del AG.

Escenario	Generaciones	Porcentaje de cobertura	Diferencia entre el % máx. y min.
16 genes	100	70.1%	13.4%
	500	83.5%	
18 genes	100	75.1%	10.9%
	1000	86%	
20 genes	100	75.1%	13.4%
	1000	88.5%	

Buscando mejorar y facilitar la visualización de soluciones al usuario final o decisor, se utilizó la API de desarrollo Google Maps. En este contexto y a modo de ejemplo, las soluciones con cobertura mínima y máxima (véase Figura 10 y Figura 11, respectivamente) para un escenario con 16 genes son representadas. Los puntos de demanda están representados como puntos dentro del mapa y las brigadas sanitarias como círculos semi-transparentes.

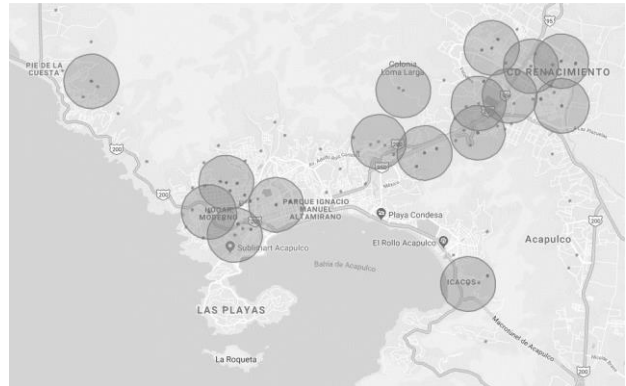


Figura 10. Cobertura mínima del escenario con 16 brigadas sanitarias: 70.1%.

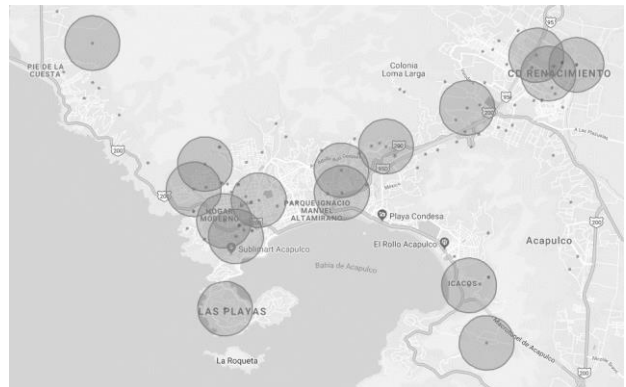


Figura 11. Cobertura máxima con 16 brigadas sanitarias: 83.5%.

## CONCLUSIONES

En esta investigación, se utiliza un Algoritmo Genético para resolver un Problema de Localización de Máxima Cobertura, el cual, se aplica a problemas de vigilancia entomológica del mosquito *Aedes aegypti*. Concretamente, se analizan diversos escenarios y, se obtienen soluciones viables para un despliegue adecuado de las brigadas sanitarias encargadas de aplicar procedimientos para combatir a los mosquitos en las viviendas. En la experimentación realizada, se utilizaron datos de casos reportados de dengue en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México, señalados en [9].

Los Algoritmos Genéticos permiten la evolución de soluciones potenciales dentro del espacio de búsqueda, con el objetivo de encontrar las mejores soluciones. Con este caso de estudio, se pudo comprobar una vez más, la eficiencia de este algoritmo, el cual fue capaz de mejorar sustancialmente los resultados al evolucionar las generaciones de los individuos.

Los resultados obtenidos mostraron claramente, la viabilidad del modelo y del algoritmo, al lograr soluciones adecuadas en los escenarios realizados. En este sentido, podemos decir que con el

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

uso de este tipo de aplicaciones se puede obtener información útil que puede ayudar a los decisores a mejorar significativamente el proceso de toma de decisiones de la vigilancia y control entomológico del *Aedes aegypti*.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al PRODEP por el apoyo brindado para el desarrollo y difusión de esta investigación mediante el proyecto UAGRO-EXB-191.

## REFERENCIAS

- [1] K. UG Moritz, S. Marianne E., K. A. Duda, A. Q. Mylne, F. M. Shearer, C. M. Barker y C. G. Moore, «The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*.», *eLIFE*, pp. 1-18, 2015.
- [2] J. F. James Whitehorn, «Dengue», *British Medical Bulletin*, pp. 161-173, 2010.
- [3] S. d. salud, «PROGRAMA DE ACCIÓN ESPECÍFICO 2007 - 2012 DENGUE», Secretaría de salud, Ciudad de México, 2018.
- [4] S.-E. R.-C. G.-V. L.-C. L. Y. D.-A. Zubieta-Zavala, «Calculation of the Average Cost per Case of Dengue Fever in Mexico Using a Micro-Casting Approach», *PLOS Neglected Tropical Diseases*, p. 1/14, 2016.
- [5] D. G. d. Epidemiología, «www.gob.mx», 5 01 2017. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/178952/Pano\\_dengue\\_sem\\_52\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/178952/Pano_dengue_sem_52_2016.pdf). [Último acceso: 15 08 2018].
- [6] D. McNaughton, «The Importance of Long-Term Social Research in Enabling Participation and Developing Engagement Strategies for New Dengue Control Technologies», *PLOS Neglected Tropical Diseases*, vol. 6, n° 8, p. e1785, 2012.
- [7] A. W.-S. & P. Macary, «Dengue: Challenges for Policy Makers and Vaccine Developers», *Current Infectious Disease Reports*, vol. 16, n° 5, p. 404, 2014.
- [8] M. T. T. M. D. F. M. T. Helena Sofia Rodrigues, «Optimization of Dengue Epidemics: a test case with different discretization schemes», *AIP Conference Proceedings*, vol. 1168, n° 1, p. 5, 2009.
- [9] V. C. Guzmán, *Modelos basados en Soft Computing para el manejo de incertidumbre en problemas de localización de cobertura*, Granada, España: Universidad de Granada. Tesis Doctorales., 2016.
- [10] R. S. C. R. L. B. Constantine Toregas, «The Location of Emergency Service Facilities», *Operations Research*, vol. 19, n° 6, pp. 1259-1551, 1971.
- [11] K. F. D. Verena Schmid, «Ambulance location and relocation problems with time-dependent travel times», *European Journal of Operational Research* 207, p. 1293–1303, 2010.
- [12] C. Axsell, *Strategic location modeling for mobile clinics in rural*, Pretoria, 2015.
- [13] A. G. & A. Tayal, «Metaheuristics: review and application», *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, vol. 25, n° 4, p. 25, 2013.
- [14] A. T. P. VÍCTOR SANCHEZ-CORDERO, «El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad», de *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad*, México, 2001, pp. 359-379.
- [15] J. A. M. P. J. M. M. V. Belén Milián, «Metaheurísticas: una visión global», *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, vol. 019, pp. 7-28, 2003.
- [16] C.-Y. H. a. T.-H. Wen, «Optimal Installation Locations for Automated External», *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, p. 12, 2014.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Búsqueda del mejor espacio de color para el reconocimiento de frutas utilizando visión artificial

Jesica Martínez Matías

Instituto Tecnológico de  
Chilpancingo  
Jesi45354@gmail.com

José Luis Hernández  
Hernández

Instituto Tecnológico de  
Chilpancingo  
Jose Luis.hernandez4@um.es

Mario Hernández  
Hernández

Instituto Tecnológico de  
Chilpancingo  
mario.hernandez4@um.es

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Las nuevas tecnologías de software y hardware se van incorporando cada vez más en nuestra vida cotidiana. Las imágenes digitales están siendo muy utilizadas para tener acceso a muchos lugares. Estas aplicaciones son actualmente una realidad gracias a los avances de la visión artificial, una de las ramas de la inteligencia artificial que ha experimentado mucho crecimiento en estos últimos años. En ella se estudia cómo procesar, analizar e interpretar imágenes de forma automática. Para realizar el reconocimiento se comparan tres espacios de colores YCBCR, YUV y I1I2I3, realizando pruebas para así poder encontrar que espacio de color es el más óptimo y la combinación de canales de cada uno de los espacios de color, para el reconocimiento de dichas frutas. Para crear este reconocimiento se utilizó el software denominado CAFRUT (Clasificador Automático de Frutas), el cual está dirigido al reconocimiento de cualquier fruta y para esta investigación fue entrenado para el reconocimiento de fresas, naranjas y uvas.

### ABSTRACT

New software and hardware technologies are being incorporated more and more into our daily lives. Digital images are being

widely used to access many places. These applications are now a reality thanks to the advances of artificial vision. One of the branches of artificial intelligence that has experienced much growth in recent years. It is studied how to process, Analyze and interpret images automatically. To perform the recognition, three YCBCR, YUV and I1I2I3 color spaces, performing tests in order to find that color space is the most optimal and the combination of channels of each of the color spaces, for the recognition of those fruits. To create this recognition, the software called CAFRUT (Automatic Fruit Classifier), which is aimed at the recognition of any fruit and for this research was trained for the recognition of strawberries, oranges and grapes.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Artificial applications:** Artificial intelligence, artificial vision, pattern recognition.

### Términos Generales

Inteligencia artificial, algoritmos de reconocimiento de patrones y programación.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Palabras clave

Visión artificial, Reconocimiento de frutas, Espacios de color.

## Keywords

Artificial vision, Fruit recognition, Color spaces.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los sentidos más importantes de los seres humanos es la visión. Ésta es empleada para obtener la información visual del entorno físico. La visión artificial por computadora es una disciplina en creciente auge con multitud de aplicaciones, como inspección automática, reconocimiento de objetos, mediciones, robótica etc. El futuro es aún más prometedor; la creación de máquinas autónomas capaces de interactuar inteligentemente con el entorno pasa necesariamente por la capacidad de percibir. Los cambios tecnológicos, desde la antigüedad, generalmente habían tendido a facilitar el trabajo humano, reemplazando la fuerza física por la capacidad mental y la inteligencia de los trabajadores. En la actualidad, el desarrollo alcanzado por los productos informáticos tiende a reemplazar también la parte más rutinaria y mecánica de la actividad mental humana por el trabajo de las computadoras. La visión artificial (o visión por computador) es una disciplina compleja que involucra otras ciencias. El continuo desarrollo de nuevos algoritmos, funciones y aplicaciones, hacen de esta disciplina y del procesamiento digital de imágenes (PDI) una tecnología en constante evolución.

## ESTADO DEL ARTE

### *Fundamentos de color*

En 1666 Isaac Newton descubrió que cuando un rayo de sol pasa a través de un prisma de cristal, el rayo de luz que emite no es blanco, sino que está formado por un espectro continuo de colores que van desde el violeta al rojo, y ninguno de ellos termina bruscamente, sino que se mezcla suavemente con el siguiente espectro. Este espectro de color se divide en seis regiones: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo [1].

El color permite al observador distinguir las diferencias entre dos objetos de las mismas dimensiones, forma y/o estructura, siendo estas diferencias de la misma naturaleza que las producidas por una diferencia de composición espectral de la radiación que interviene en la observación [3].

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.

Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

El mundo es de colores; donde hay luz, hay color. Al descomponer la luz encontramos que está compuesta por siete colores (existen otros más, pero no son detectados por el ojo humano), tal como se muestra en la Figura No. 1.

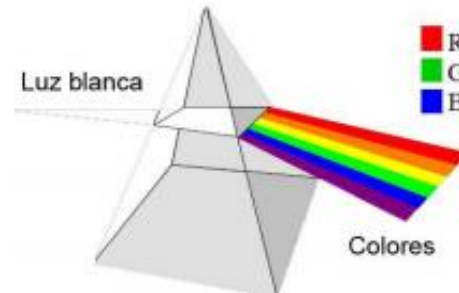


Figura No. 1 Descomposición de la luz blanca.

Todo color posee una serie de propiedades que le hacen variar de aspecto y que definen su apariencia final, bajo un punto de vista subjetivo o intuitivo, la CIE (Comisión Internacional de la Iluminación) ha definido y recomendado las siguientes características para especificar el color percibido:

- Luminosidad (brillo): atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece emitir más o menos luz (es más o menos luminosa o brillante).
- Matiz (tono): atributo de la sensación visual que corresponde a las denominaciones de los colores como azul, verde, amarillo, etc.
- Saturación: atributo visual que permite estimar la proporción de color cromático puro contenido en la sensación visual.

### *Colores primarios*

Los colores primarios son aquellos que por la mezcla producirán todos los demás colores. En realidad existen dos sistemas de colores primarios: colores luz y colores pigmento.

- **Colores luz (Síntesis Aditiva):** Los colores producidos por luces (en el monitor, televisión, cine, etc.) tienen como colores primarios, al rojo, el verde y el azul (RGB) cuya fusión, crean y componen la luz blanca. Por eso, a esta mezcla se la denomina, síntesis aditiva, y las mezclas parciales de estas luces dan origen a la mayoría de los colores del espectro visible.
- **Colores pigmento (Síntesis Sustractiva):** El color magenta, el cian y el amarillo son los colores básicos de las tintas que se usan en la mayoría de los sistemas de impresión. La mezcla de los tres colores primarios pigmento en teoría debería producir el negro, el color más oscuro y de menor cantidad de luz,

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

por lo cual esta mezcla es conocida como síntesis sustractiva.

### *Visión del color*

Tradicionalmente el hombre ha podido utilizar únicamente sus propios ojos y su cerebro para ver el mundo que le rodea y procesar toda la información que, a través de ellos percibe. Sin embargo, las nuevas tecnologías han permitido el desarrollo de la visión artificial, o visión por computadora, definida como la ciencia cuyo objetivo es dotar de esa misma capacidad que poseen los humanos y las computadoras. Esta disciplina está basada en la extracción automática, el análisis y la comprensión de información útil que pueda ser proporcionada por una imagen única o una secuencia de imágenes, pero se requiere del desarrollo de una base teórica y algorítmica para conseguir la apreciación visual automática [2].

La visión es el sentido más importante que tiene el ser humano, el color es una característica del sistema de percepción humana y está relacionado con las sensaciones recibidas por el ojo en el espectro visible.

La percepción visual está dividida en percepción acromática (orientada al brillo y el contraste de imágenes) y percepción cromática (distribución de colores basados en longitudes de onda).

### *Visión artificial*

La visión artificial surge en la década de los 60's con la idea básica de conectar una cámara de video a una computadora; esto implicó no solo la captura de imágenes a través de la cámara sino también la comprensión de lo que estas imágenes representaban. Un resultado muy importante de este trabajo y que marcó el inicio de la visión artificial, fue un trabajo de Larry Roberts, el creador de ARPAnet (Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada). En 1961 creó un programa, el "mundo de microbloques", en el que un robot podía "ver" una estructura de bloques sobre una mesa, analizar su contenido y reproducirla desde otra perspectiva, demostrando así que esa información visual que había sido mandada a la computadora por una cámara, había sido procesada adecuadamente por él. [1].

La visión artificial es el proceso por el cual se extrae información del mundo físico, para reconocer y localizar objetos a partir de una representación de una realidad, que proporciona información sobre brillo, colores, formas, etcétera. Estas representaciones suelen estar en forma de imágenes estáticas o en movimiento, o en algunos casos con escenas tridimensionales.

### **Etapas de un sistema de visión artificial**

- La primera etapa consiste en la captura o adquisición de las imágenes digitales por medio de un sensor o una cámara fotográfica.
- La segunda etapa consiste en el tratamiento digital de las imágenes. En esta etapa mediante filtros y transformaciones

geométricas, se eliminan o se realzan partes deseadas de la imagen.

- La tercera etapa es la segmentación, y consiste en aislar los elementos que se desean de una escena para comprenderla.
- La cuarta etapa es el reconocimiento o clasificación. En ella se distinguen los objetos segmentados, mediante el análisis de ciertas características que se establecen previamente para diferenciarlos.

### *Espacios de color*

Los espacios de color proporcionan un método para especificar, ordenar y manipular colores. Estas representaciones corresponden con n-dimensiones de ordenaciones de las sensaciones de color (vectores de n componentes). Los colores se representan mediante puntos en estos espacios en los cuales existen numerosos espacios de color en la actualidad. El propósito de un modelo de color es facilitar la especificación de colores de algún formato estándar. Un modelo de color es la especificación de un sistema de coordenadas tridimensionales y de un subespacio dentro de ese sistema donde cada color se representa por un punto único [1].

Su propósito es el de facilitar la especificación de los colores utilizando algún estándar. Los modelos de color están orientados, por un lado, al hardware (monitores e impresoras) y, por otro lado, a alguna aplicación para la creación de gráficas a color y animaciones.

La conversión del espacio de color es la traducción de la representación de un color de una base a otra. Esto ocurre normalmente en el contexto de convertir una imagen representada en un espacio de color a otro, teniendo como objetivo que la imagen convertida se parezca lo más posible a la original.

Existe un modelo de color básico llamado RGB, del cual surgen los demás espacios de color, los cuales se enumeran a continuación:

**Modelo de color RGB:** En este modelo cada color aparece en sus componentes espectrales primarias: rojo, verde y azul. Este modelo está basado en el sistema de coordenadas cartesianas. El subespacio de color de interés es el tetraedro mostrado en la Figura No. 2, en el cual los valores RGB están en tres vértices; cian, magenta y amarillo se sitúan en otros tres vértices, el negro corresponde al origen y el blanco se sitúa en el vértice más alejado del origen.

Por conveniencia, se asume que todos los vectores han sido normalizados, de modo que el tetraedro de la figura es el tetraedro unitario, es decir, todos los valores de R, G y B están en el rango (0,1). Las imágenes en este modelo se forman por la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

combinación en diferentes proporciones de cada uno de los colores primarios RGB [8].

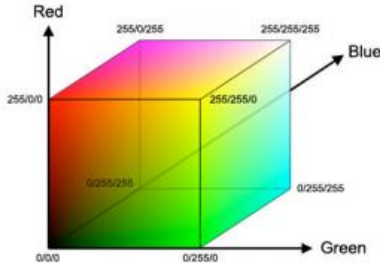


Figura No. 2. Espacio de color RGB

- 1 **Espacio de color I1I2I3:** Este espacio de color propuesto por Yuichi Ohta se obtuvo de forma experimental, analizando los resultados de ocho imágenes a color. Ohta calculó los ocho vectores de cada una de las ocho imágenes a color, de donde surgieron las tres características ortogonales de color, también denominados atributos de color (I1 I2 e I3) [8].

La transformación RGB al sistema I1I2I3 en forma matricial es la siguiente:

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -39.797 & -74.203 & 112 \\ 112 & -93.786 & -18.214 \end{pmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

- 3 **Modelo de color YUV:** el modelo YUV define un espacio de color en términos de una componente de luminancia y dos componentes de crominancia. El modelo YUV es usado en los sistemas PAL y NTSC de difusión de televisión, el cual es el estándar en la mayoría del mundo. El modelo YUV está más próximo al modelo humano de percepción que el estándar RGB usado en el hardware de gráficos por computadora [8].

Las ecuaciones de conversión de RGB al sistema YUV son las siguientes.

$$\begin{cases} Y' = 0,299R + 0,587G + 0,114B \\ U = 0,493(B - Y) \\ = -0,147R - 0,289G + 0,436B \\ V = 0,877(R - Y) \\ = 0,615R - 0,515G - 0,100B \end{cases}$$

Se asume que  $R, G$  y  $B$  están en el rango 0 a 1, con 0 representando la intensidad mínima y 1 la máxima. Y está en el

$$\begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/2 & 0 & -1/2 \\ -1/4 & 1/2 & -1/4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- 2 **Espacio de color YCrCb:** Se trata de un modelo orientado a compresión y trasmisión de imágenes. Se basa en la separación de un canal Y, Cr y Cb corresponden, a los canales G y B normalizados en intensidad [6].

El parámetro Y indica la luminancia, los parámetros Cb y Cr indican el tono del color: Cb ubica el color en una escala entre el azul y el amarillo, Cr indica la ubicación del color entre el rojo y el verde. El espacio YCrCb es una versión escalada y desplazada del espacio de color YUV. El parámetro Y representa la luminancia (es decir, información en blanco y negro), mientras que U y V representan la crominancia (es decir, información con respecto al color). Cb (Cr respectivamente) es la diferencia entre la componente azul (rojo, respectivamente) y un valor de referencia.

La transformación de RGB a YCrCb puede ser ejecutada utilizando la siguiente ecuación donde R, G y B oscilan en el rango de (0, 1). Y en el de (16,235), y Cb y Cr en el de (16,240)

rango 0 a 1, U está en el rango -0,436 a 0,436 y V está en el rango -0,615 a 0,615.

## Imagen digital

Una imagen puede definirse como una función bidimensional  $f(x,y)$  donde  $x$  y  $y$  son coordenadas en el plano y la amplitud  $f$  es llamada intensidad o nivel de gris en ese punto. Cuando  $(x, y)$  y  $f$  son todos finitos (cantidades discretas) llamamos a la función como imagen digital. Es decir, una imagen digital estará compuesta por un número finito de elementos llamados píxeles, cada uno de los cuales con un valor y una posición particular. El valor es relativo a alguna propiedad del punto que representa, como por ejemplo su brillo o su matiz. El término píxel (abreviación de Picture element o elemento de imagen), se trata de la unidad mínima de información de una imagen, la cual aparece como un punto en la pantalla o en una impresora. En realidad, cada píxel se compone de tres registros de color, mediante la combinación de cierta cantidad de rojo, verde y azul, el píxel adopta un color particular. Las imágenes bidimensionales son el resultado de una proyección en perspectiva de escenas tridimensionales. Cuando se obtiene una imagen bidimensional del mundo tridimensional desaparece gran cantidad de información. [4]

## El procesamiento digital de imágenes

Se refiere a procesar las imágenes del mundo real de manera digital por medio de una computadora. Se estudian los

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

fundamentos conceptuales de la adquisición y despliegue de imágenes y con detalle los fundamentos teóricos y algorítmicos del procesamiento como tal. Tiene, además, como objetivo mejorar el aspecto de las imágenes y hacer más evidentes en ellas ciertos detalles que se desean hacer notar. [6]

## Segmentación

La segmentación es el proceso mediante el cual una imagen se descompone en regiones o elementos que pueden corresponder a objetos o parte de objetos. El proceso de segmentación se encarga de evaluar si cada pixel de la imagen pertenece o no al objeto de interés. Esta técnica de procesamiento de imágenes idealmente genera una imagen binaria, donde los pixeles que pertenecen al objeto se representan con un 1, mientras que los

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

### Software

Para realizar el algoritmo que determina la selección de la fruta es necesario escoger antes un entorno de trabajo cómodo y que ofrezca las herramientas necesarias para programar, para realizar este software CAFRUT (Clasificador Automático de Frutas) se trabaja con el lenguaje C++.

El reconocimiento de imágenes se realiza a través de técnicas de Visión Artificial y trabajando con tres espacios de color antes mencionados. El sistema de reconocimiento de frutas consta de tres etapas: adquisición de imágenes digitales a color, procesamiento de imágenes y extracción de las diferentes características de las imágenes e identificación de frutas. Este sistema puede diferenciar cualquier fruta, pero en esta investigación se dirigió al reconocimiento de fresas, naranjas y uvas. Ver figura No. 3.

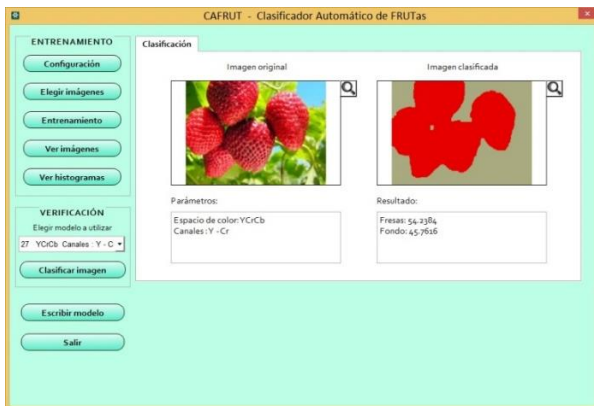


Figura No. 3 Entorno grafico del software CAFRUT.

### Reconocimiento de frutas

Para realizar las pruebas experimentales de los espacios de color se está trabajando con las siguientes frutas:

que no pertenecen al mismo se representan con un 0. Con el objeto de poder analizar una imagen será necesario tener una descripción en la memoria de la computadora. Esta descripción no es otra cosa que un modelo que representa las características de la imagen de relevancia para los fines del Sistema de Visión Artificial específicos [5].

### Reconocimiento

Finalmente, una vez que se han realizado la segmentación y extracción de características, se procede a realizar el reconocimiento. La fase de reconocimiento consistirá en la clasificación de los objetos presentes en la imagen de acuerdo a sus modelos respectivos.

- **La naranja:** Es una fruta critica comestible su forma suele ser redonda u ovalada y su piel y carne es generalmente de una coloración anaranjada, las naranjas son una de las frutas de menor tamaño, tienen un diámetro de 6 a 10 centímetros, su peso esta entre los 150 gramos hasta los 200 gramos sin piel. En la Figura No. 4 se muestra el reconocimiento de naranjas.



- Espacio de color HII2I3, canal I2



- Imagen original



- Espacio de color YUV, canal V



- Espacio de color YCrCb, canal Cr

Figura No. 4. Imagen original de naranjas y el reconocimiento obtenido con la combinación de canales óptimos de cada uno de los 3 espacios de color.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

De los experimentos realizados con naranjas, se encontró que el reconocimiento óptimo de las mismas está en el espacio de color I1I2I3 con el canal I2, tal como puede apreciarse en la Figura No. 5.

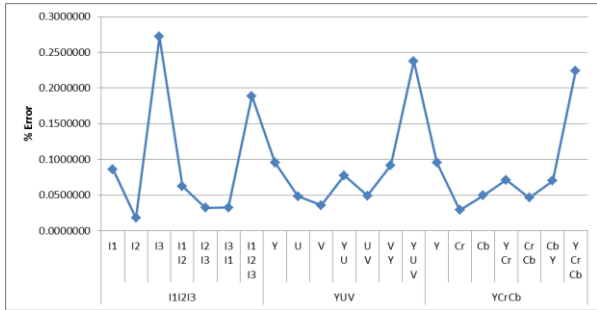


Figura No. 5. Errores de reconocimiento de naranjas en los 3 espacios de color con la combinación de todos los canales (21 combinaciones).

- **La fresa:** Es una fruta de color rojo brillante de forma redonda o canónica, con un diámetro de 20 mm y su peso varía entre 25 a 30 gramos, es un fruto comestible rojo y con un sabor que varía de ácido a muy dulce. Lo que más caracteriza a esta fruta es su intenso aroma. En la Figura No. 6 se muestra e reconocimiento de fresas.



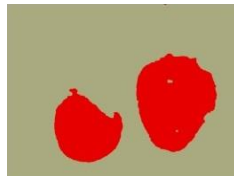
• Imagen original



• Espacio de color I1I2I3, canal I2



• Espacio de color YUV, canal V



• Espacio de color YCrCb, canales Y-Cr

Cr

Figura No. 6. Imagen original de fresas y el reconocimiento obtenido con la combinación de canales óptimos de cada uno de los 3 espacios de color.

De los experimentos realizados con fresas, se encontró que el reconocimiento óptimo de las mismas está en el espacio de color YCrCb con la combinación de canales Y - Cr, tal como puede apreciarse en la Figura No.7.

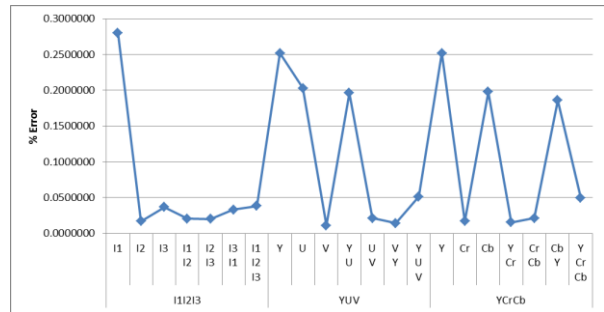


Figura No. 7. Errores de reconocimiento de fresas en los 3 espacios de color con la combinación de todos los canales (21 combinaciones).

- **La uva:** Es una fruta carnosa que nace en largos racimos formados por formas redondas u ovaladas cuyo diámetro medio es de 1.6 centímetros y su peso entre 200 y 350 gramos. El color de su piel es diferente según su variedad, pudiendo lucir tonos verdosos, rojizos, purpura, azulados o amarillentos, en este artículo se está trabajando con uvas de color purpura. En la Figura 8 se muestra el reconocimiento de uvas.



• Espacio de color I1I2I3, canales I3-I1



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



• Imagen original



• Espacio de color YUV, canales Y-U



• Espacio de color YCrCb, canales Cb-Y

Figura N. 8. Imagen original de uvas y el reconocimiento obtenido con la combinación de canales óptimos de cada uno de los 3 espacios de color.

De los experimentos realizados con uvas, se encontró que el reconocimiento óptimo de las mismas está en el espacio de color I1I2I3 con los canales I1-I2-I3, tal como puede apreciarse en la figura No. 9.

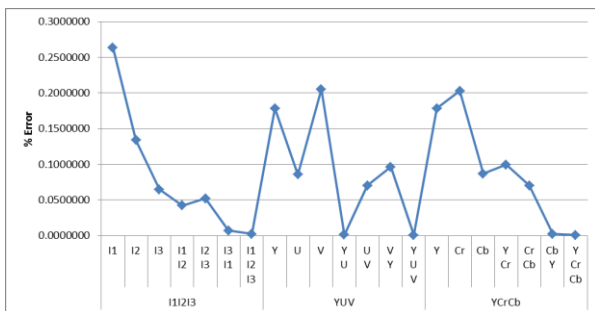


Figura No. 9. Errores de reconocimiento de uvas en los 3 espacios de color con la combinación de todos los canales (21 combinaciones).

## CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un sistema de información con la capacidad de reconocer fresas, naranjas y uvas mediante la visión por computadora, la plataforma construida además de tener un enfoque a la clasificación de frutas, esta orientada a desarrollar un proceso de investigación en el que se pueda posicionar

objetos diferentes y estudiar técnicas de visión artificial y algoritmos de clasificación. De los experimentos realizados con fresas, se encontró que el reconocimiento óptimo de las mismas está en el espacio de color YCrCb con la combinación de canales Y - Cr, tal como puede apreciarse en la Figura No.10, de los experimentos realizados con naranjas, se encontró que el reconocimiento óptimo de las mismas está en el espacio de color I1I2I3 con el canal I2, tal como puede apreciarse en la Figura No. 8 y de los experimentos realizados con uvas, se encontró que el reconocimiento óptimo de las mismas está en el espacio de color I1I2I3 con los canales I1-I2-I3, tal como puede apreciarse en la Figura No. 12. De tal forma se llega a la conclusión de que el mejor espacio de color para el reconocimiento de dichas frutas es el espacio I1I2I3.

Una de las contribuciones de este trabajo es la creación del reconocimiento de dichas frutas sobre las cuales se pueden aplicar y estudiar técnicas de visión artificial o sirvan como herramienta pedagógica en cátedras de procesamiento de imágenes donde los estudiantes puedan probar sus algoritmos.

## REFERENCIAS

- [1] González, Rafael y Woods, Richard, Tratamiento Digital de Imágenes, USA, Copublicación de Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. y Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1996.
- [2] The British Machine Vision Association and Society for Recognition” <http://www.bmva.org/>, fecha de consulta 01/02/2017.
- [3] Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae
- [4] R. González and R. Woods. "Digital Image Processing". Prentice-Hall. 3rd edition. 2007.
- [5] Sankur, Sezgin, "Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation", Journal of Electronic Imaging,13, pp 146-165,2004.
- [6] Z. Sandoval and F. Prieto. "Procesamiento de imágenes para la clasificación de café cereza". Prospectiva Vol. 7 N° 1, pp. 67-73. Enero-Junio de 2009.
- [7] Hernández-Hernández, J. L., Ruiz-Hernández, J., García-Mateos, G., González-Esquiva, J. M., Ruiz-Canales, A., & Molina-Martínez, J. M. (2016). A new portable application for automatic segmentation of plants in agriculture. *Agricultural Water Management*.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Estudio de métodos para identificar signos de retinopatía diabética en imágenes de fondo del ojo

Selene Montes Fuentes  
Instituto Nacional de Astrofísica,  
Óptica y Electrónica  
Tonantzintla, Puebla  
sczelene@gmail.com

Hugo Homero Hidalgo Silva  
Centro de Investigación Científica y  
de Estudios Superiores de  
Ensenada  
Ensenada, Baja California  
hugo@cicese.mx

Raquel Díaz Hernández  
Instituto Nacional de Astrofísica,  
Óptica y Electrónica  
Tonantzintla, Puebla  
rdiaz@inaoep.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La diabetes es una enfermedad que está incrementando de manera significativa en todo el mundo, se pronostica que para el año 2035 el número de personas con este padecimiento sea de 370 millones. Una de las principales complicaciones de la diabetes es la retinopatía diabética (RD). La RD es una enfermedad ocular que afecta a ambos ojos y se presentan cierta cantidad de lesiones propias de la enfermedad. Generalmente la detección de la RD se realiza de forma manual por medio de un diagnóstico con aparatos especiales o con imágenes de fondo del ojo, por lo que es una actividad que consume tiempo. En este artículo se describe una metodología para clasificar imágenes de fondo del ojo en las diferentes etapas de la RD de manera automática con el uso de redes neuronales convolucionales. Se utilizaron dos bases de datos, MESSIDOR y MESSIDOR 2,

obteniendo un puntaje de 0.64 y 0.56 respectivamente del índice kappa.

### ABSTRACT

Diabetes is a disease that is increasing significantly worldwide, it is predicted that by year 2035 the number of people with this condition will be of 370 million. Diabetic retinopathy (DR) is a consequence of diabetes. DR is an eye disease affecting both eyes with the presence of several typical injuries. DR detection is manually done, requiring special devices or images of eye fundus, a time consuming activity.

In this paper, a methodology for fundus eye image classification on several stages of diabetic retinopathy is presented applying convolutional neural networks. MESSIDOR and MESSIDOR 2 databases were used, obtaining a score of 0.64 and 0.56 respectively of the kappa index.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Categorías y Descriptores Temáticos

**Applied Computing:** Life and medical sciences, Health Informatics.

## Términos Generales

Retinopatía diabética, redes neuronales convolucionales, clasificación de imágenes.

## Palabras clave

Diabetes, retinopatía diabética, redes neuronales convolucionales.

## Keywords

Diabetes, diabetic retinopathy, convolutional neural networks.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México. Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

## INTRODUCCIÓN

La diabetes es una enfermedad que se presenta cuando el páncreas no produce suficiente insulina o el cuerpo no la utiliza de manera adecuada. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el número de personas con este padecimiento en 1980 era de 108 millones, pasando a 422 millones en el año 2014 [1]. La RD es una complicación visual a causa de la diabetes y se desarrolla cuando se presentan niveles altos de glucosa en la sangre.

Existen diversas técnicas para identificar la RD en imágenes de fondo del ojo. Sinthanayotin et al. proponen los siguientes pasos

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.

Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

para identificar signos de la RD.

- Preprocesamiento del color de la imagen usando el modelo de color HSI.
- Identificación de los principales componentes de la retina (disco óptico, vasos sanguíneos y fovea).
- Reconocimiento de las lesiones de la RD tales como microaneurismas, exudados y hemorragias [2].

Abramoff et al. realizan una secuencia de operaciones aplicadas a imágenes de la retina, tales como:

- Submuestreo de las imágenes.
- Segmentación automática de vasos sanguíneos.
- Detección y enmascaramiento automático del disco óptico.
- Detección automática de microaneurismas, exudados y hemorragias [3].

Silberman et al. realizan la detección de la RD entrenando una máquina de soporte vectorial. Primero realizan un preprocesamiento que consiste en balancear el color en imágenes oscuras para obtener una buena apariencia, se aumenta la luminosidad a los píxeles, se realiza la extracción de bordes y convierte la imagen a escala de grises. Posteriormente el disco óptico es removido para la detección de exudados [4].

Antal y Hajdu proponen métodos efectivos para la detección de microaneurismas tales como:

- Submuestreo de las imágenes.
- Mejoramiento de contraste Walter-Klein: Consiste en mejorar el contraste en el fondo de una imagen aplicando una transformación de nivel de grises usando operadores.
- Ecuilibración del histograma adaptativo: Es una técnica biomédica popular usada en el procesamiento de imágenes. La imagen es dividida en regiones disjuntas y a cada una se aplica una ecualización del histograma.
- Remoción y extrapolación de vasos
- Ecuilibración e iluminación: Este método tiene como objetivo reducir los efectos negativos causados por la iluminación desigual de las imágenes de la retina [5].

La detección de la retinopatía diabética es una actividad que consume tiempo y generalmente se realiza de forma manual, debido a que se requiere de un médico capacitado para evaluar imágenes a color de la retina. Un problema común es la insuficiencia de médicos entrenados y de infraestructura necesaria en regiones donde se presenta esta enfermedad. Si el número de personas con diabetes aumenta, entonces será escasa tanto la infraestructura como el personal para la prevención de la ceguera causada por la RD. De lo anteriormente expuesto surge la necesidad de un procedimiento automatizado y complejo, desarrollado mediante técnicas de clasificación de imágenes.

## OBJETIVOS

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

EL objetivo de este trabajo de investigación es proponer una metodología para clasificar imágenes de fondo del ojo en las diferentes etapas de la RD y obtener un procedimiento eficaz que permita el diagnóstico de la enfermedad. Donde los objetivos específicos son diseñar una red neuronal convolucional e implementar métodos basados en aprendizaje profundo para la clasificación de imágenes de fondo del ojo.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

### Retinopatía diabética

La RD es una complicación visual, crónica y específica de la diabetes mellitus, se presenta cuando son dañados los pequeños vasos sanguíneos que se encuentran en la retina a causa de altos niveles de glucosa en la sangre. Con el tiempo la RD puede causar una pérdida en la visión o incluso provocar ceguera. Ambos ojos son afectados con este padecimiento y las personas no sufren cambios en la visión al principio de la enfermedad [6].

### Retinopatía diabética no proliferativa (RDNP)

La RDNP es la etapa más temprana de la enfermedad y se presenta cuando los vasos sanguíneos dejan escapar fluidos de sangre dentro del ojo como depósitos de colesterol, por lo que pueden introducirse en la retina. La visión de una persona con RDNP es afectada gradualmente (véase figura 1).

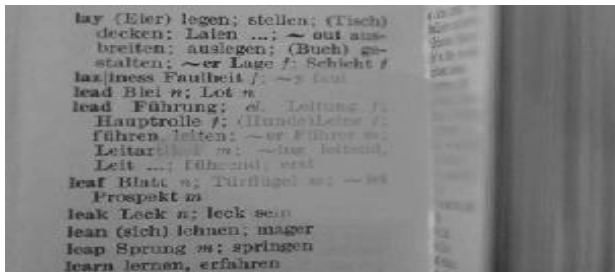


Figura 1. Visión de una persona con RDNP

### Lesiones presentadas en la RDNP

- Microaneurismas: Son pequeños puntos rojos en la imagen de la retina y son indicadores tempranos de coágulos de sangre, se caracterizan por ser el primer signo identificable de la RD.
- Exudados: Son manchas de color amarillo brillante que indican depósitos de grasa concentrada en la retina y se caracterizan por contribuir la formación de coágulos y derrames.
- Hemorragias: Son manchas rojas (regiones manchadas de sangre).

### Grados en la RDNP

RDNP leve: Es la primera etapa de la enfermedad donde aparecen los microaneurismas.

RDNP moderada: En esta etapa se obstruyen algunos vasos sanguíneos que alimentan la retina.

RDNP severa: En esta etapa se obstruyen más vasos sanguíneos que en la etapa moderada, por lo que varias regiones de la retina dejan de recibir sangre. Como consecuencia se produce la neovascularización, que es el crecimiento de nuevos vasos sanguíneos.

### Retinopatía diabética proliferativa (RDP)

La RDP es la etapa más avanzada de la enfermedad y se produce cuando muchos de los vasos sanguíneos de la retina se tapan impidiendo un flujo suficiente de la sangre. Esto provoca el desarrollo de nuevos vasos sanguíneos anormales y frágiles. Estos vasos tienen paredes muy delgadas y pueden escurrir sangre, lo que causaría una pérdida severa en la visión o incluso provocar la ceguera (véase figura 2).

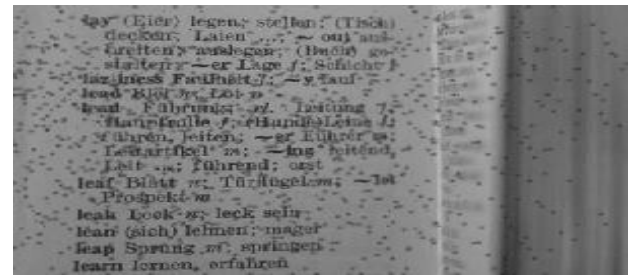


Figura 2. Visión de una persona con RDP

Las lesiones presentadas en la RDP incluyen las lesiones de la RDNP y el crecimiento anormal de los vasos sanguíneos (véase figura 3).

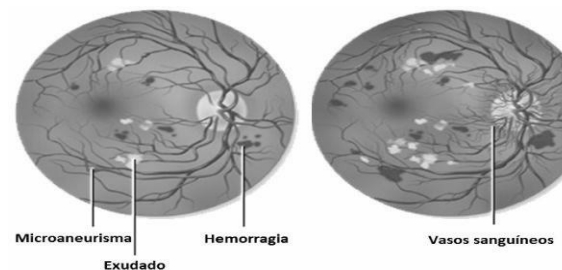


Figura 3. a) Lesiones en la RDNP b) Lesiones en la RDP

### Redes neuronales convolucionales

Son un tipo de redes neuronales para el tratamiento de datos, en especial de imágenes y constan principalmente de tres capas.

### Capa Convolucional

En lugar de utilizar la multiplicación de matrices que es aplicada generalmente, se usa la convolución. La operación de convolución recibe como entrada la imagen y luego aplica sobre ella un filtro o kernel que regresa un mapa de las características de la imagen original, de esta forma el tamaño de los parámetros es reducido. La convolución aprovecha tres ideas que ayudan a mejorar cualquier sistema de aprendizaje de máquina y son:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Interacciones dispersas
- Parámetros compartidos
- Representación equivariante

## Capa de Pooling

La capa de pooling está situada después de la capa convolucional, su objetivo es reducir las dimensiones espaciales del volumen de entrada para la siguiente capa convolucional sin afectar la profundidad. La operación que se realiza en esta capa también es llamada reducción de muestreo debido a la reducción de tamaño y a la pérdida de información resulta favorable por la disminución en el tamaño que lleva a una menor sobrecarga en el cálculo en las próximas capas.

## Capa completamente conectada

Se usa al final de las capas convolucional y de pooling, en esta capa cada pixel es considerado como una neurona separada al igual que en una red neuronal. Esta capa se encarga de clasificar y tendrá un número de neuronas que corresponde al número de clases a predecir.

*Características de las bases de datos utilizadas*

### MESSIDOR

La base de datos MESSIDOR [7] es proporcionada con el objetivo de facilitar los estudios en diagnósticos asistidos por computadora de la retinopatía diabética. La base de datos fue obtenida por tres departamentos de oftalmología ubicados en París y consta de 1200 imágenes de fondo del ojo a color mediante una cámara de fondo del ojo no midriática Topcon TRC NW6 con un campo de visión de 45 grados (véase figura 4). 800 imágenes fueron adquiridas con la pupila dilatada y 400 imágenes sin dilatación.

Las imágenes fueron capturadas usando 8 bits por color y con los siguientes tamaños:

- 1440 x 960 pixeles.
- 2240 x 1488 pixeles.
- 2304 x 1536 pixeles.

Las imágenes están empaquetadas en 3 conjuntos, una por cada departamento de oftalmología y se encuentran en el formato TIFF.

En esta base de datos se clasifica a la retinopatía diabética en 4 clases, cada una con un número asignado del 0 al 3 (véase tabla 1).

Tabla 1. Número de imágenes por clase de MESSIDOR.

Escala	Clase	Número de imágenes
0	No RD	547
1	Leve	153
2	Moderada	246
3	Severa	254

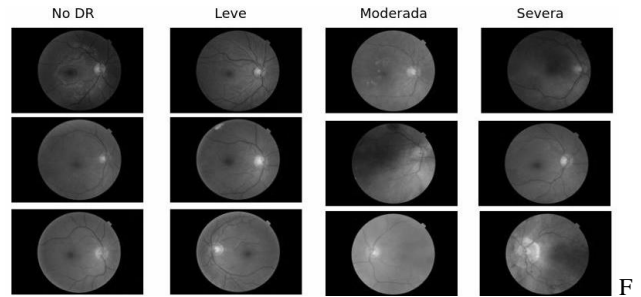


figura 4. Ejemplos de imágenes de la base de datos MESSIDOR

## MESSIDOR 2

Para hacer una extensión de la base de datos MESSIDOR, pacientes con diabetes fueron reclutados en el departamento de oftalmología de Hospital Universitario de Brest en Francia entre el 16 de octubre de 2009 y el 6 de septiembre de 2010. En ese departamento fueron adquiridos 345 pares de imágenes sin dilatación de la pupila, mediante una cámara de fondo del ojo no midriática Topcon TRC NW6 con un campo de visión de 45 grados. Cabe mencionar que la base de datos de MESSIDOR cuenta con algunas imágenes que vienen en pares. La base de datos MESSIDOR 2 es una colección de imágenes para el diagnóstico de la retinopatía diabética (RD), está dividida en dos clases y solo contiene las imágenes de MESSIDOR que están en pares, es decir 1058 imágenes y 690 imágenes adquiridas en el Hospital Universitario de Brest haciendo un total de 1748 imágenes (véase figura 5). En esta base de datos se clasifica a la retinopatía diabética en 2 clases (véase tabla 2).

Tabla 2. Número de imágenes por clase de MESSIDOR 2 .

Escala	Clase	Número de imágenes
0	No RD	1368
1	RD	380

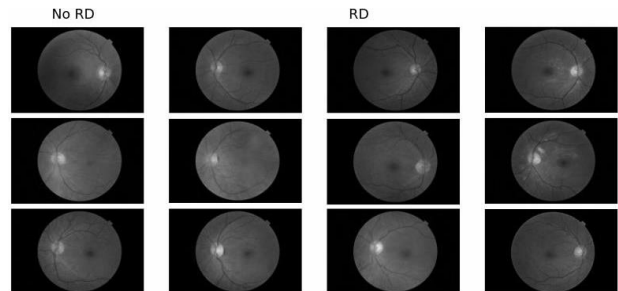


Figura 5. Ejemplos de imágenes de la base de datos MESSIDOR 2



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Preprocesamiento de las imágenes

Para definir la entrada a la red convolucional, las imágenes de cada base de datos fueron cortadas en diferentes tamaños, debido a que son demasiado grandes y rectangulares. Se definieron los siguientes tamaños para el corte:

- 128 x 128 píxeles.
- 256 x 256 píxeles.
- 512 x 512 píxeles.

Para realizar este preprocesamiento primero se seleccionó el área más pequeña que tuviera el ojo entero y después se cortó.

## División de las bases de datos

Las bases de datos fueron triplicadas (véase figura 6), se observan 3 niveles de carpetas, el primer nivel a) se refiere a las imágenes originales que tiene cada base de datos, b) representa el triplicado de la base de datos, es decir se les aplicó el corte en los tamaños de 128 x 128, 256 x 256 y 512 x 512 píxeles, por último c) representa la división de cada base de datos en imágenes de entrenamiento y prueba.

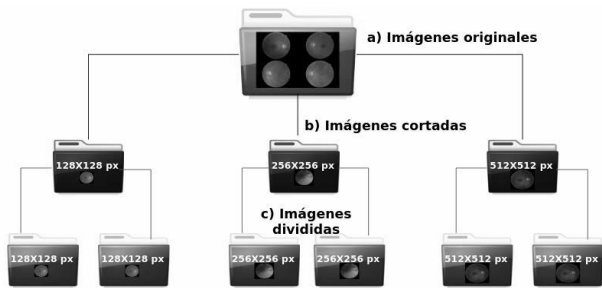


Figura 6. Ejemplos de imágenes de la base de datos MESSIDOR

## Cálculo de atributos

Además del recorte de las imágenes se obtuvieron los atributos de las bases de datos MESSIDOR (véase tabla 3) y MESSIDOR 2 (véase tabla 4) que se utilizan durante el entrenamiento. Cabe mencionar que los atributos pertenecen a las imágenes de 128 x 128 píxeles.

Tabla 3. Atributos de la base de datos MESSIDOR.

	R	G	B
<b>Media</b>	134.51	63.84	21.16
<b>Desviación estándar</b>	78.58	39.90	16.62
<b>Eigenvalores</b>	1.6430	0.6412	0.2312
	-0.5581	0.5911	0.5819
<b>Eigenvectores</b>	-0.5984	0.1989	-0.7757
	-0.5747	-0.7811	0.2427

Tabla 4. Atributos de la base de datos MESSIDOR 2.

	R	G	B
<b>Media</b>	123.95	58.26	20.34
<b>Desviación estándar</b>	73.6 2	37.02	15.66
<b>Eigenvalores</b>	1.6216	0.6163	0.2342
	-0.5585	0.6218	0.5422
<b>Eigenvectores</b>	-0.5944	0.1551	-0.7857
	-0.5782	-0.7619	0.2823

## Diseño de la red convolucional

Tabla 5. Diseño de la red.

		Unidades	Filtro	Stride
<b>1</b>	Entrada			
<b>2</b>	Convolutacional	32	5	2
<b>3</b>	Convolutacional	32	3	
<b>4</b>	MaxPool		3	2
<b>5</b>	Convolutacional	64	5	2
<b>6</b>	Convolutacional	64	3	
<b>7</b>	Convolutacional	64	3	
<b>8</b>	MaxPool		3	2
<b>9</b>	Convolutacional	128	3	
<b>10</b>	Convolutacional	128	3	
<b>11</b>	Convolutacional	128	3	
<b>12</b>	MaxPool		3	2
<b>13</b>	Convolutacional	256	3	
<b>14</b>	Convolutacional	256	3	
<b>15</b>	Convolutacional	256	3	
<b>16</b>	MaxPool		3	2
<b>17</b>	Convolutacional	512	3	

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

18	Convolutacional	512	3
19	Dropout		
20	Dense	1024	
21	Maxout	512	

## Cálculo del balanceo de pesos

El balanceo de pesos tiene como objetivo que una clase con menor número de imágenes tenga mayor peso para ser tomada en el entrenamiento. Esta técnica se usa en las imágenes que serán entrenadas, para MESSIDOR el total de las imágenes de entrenamiento es de 1080 (véase tabla 6) y para MESSIDOR 2 el total de imágenes de entrenamiento es de 1574 (véase tabla 7).

Tabla 6. Balanceo de pesos de MESSIDOR.

Clase	Número de imágenes	Porcentaje de las imágenes	Balanceo de pesos
0	517	47.87 %	2.0889
1	123	11.38 %	8.78
2	216	20 %	5
3	224	20.74 %	4.8216
<b>Total</b>	<b>1080</b>		

Tabla 7. Balanceo de pesos de MESSIDOR.

Clase	Número de imágenes	Porcentaje de las imágenes	Balanceo de pesos
0	1281	81.38 %	1.2288
1	293	18.61 %	5.37
<b>Total</b>	<b>1574</b>		

## Secuencia de entrenamiento

Para la secuencia de entrenamiento primero se tomó el conjunto de imágenes de entrenamiento de las imágenes de 128 x 128 píxeles, se guardaron los pesos y se usaron para inicializar los pesos de las imágenes de 256 x 256 píxeles, se guardaron los pesos y se usaron para el entrenamiento de las imágenes de 512 x 512 píxeles, para finalmente realizar la evaluación (véase figura 7).



Figura 7. Secuencia de entrenamiento de las bases de datos

## RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos en las bases de datos de MESSIDOR y MESSIDOR 2. Como ya se mencionó cada base de datos fue dividida en imágenes de entrenamiento y prueba. La matriz de confusión de la base de datos MESSIDOR (véase tabla 8) muestra que 82 imágenes se clasificaron correctamente de 108 imágenes en total, dando un puntaje de 0.64 de acuerdo con el índice kappa (véase figura 8).

Tabla 8. Matriz de confusión de MESSIDOR.

Clase	0	1	2	3
0	44	6	2	0
1	2	9	0	1
2	3	3	14	2
3	2	3	2	15

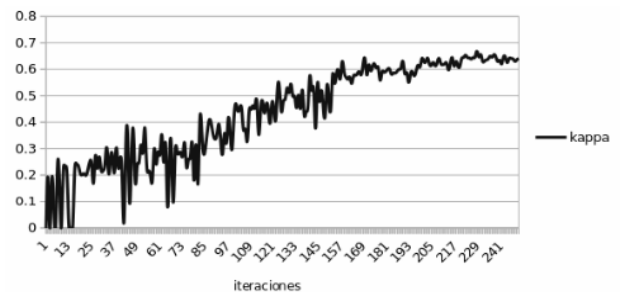


Figura 8. Gráfica del índice kappa de MESSIDOR

La matriz de confusión de la base de datos MESSIDOR 2 (véase tabla 9) muestra que 137 imágenes se clasificaron correctamente de un total de 158 imágenes, dando un puntaje de 0.56 de acuerdo con el índice kappa (véase figura 9).

Tabla 9. Matriz de confusión de MESSIDOR 2.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Clase	0	1
0	118	11
1	10	19

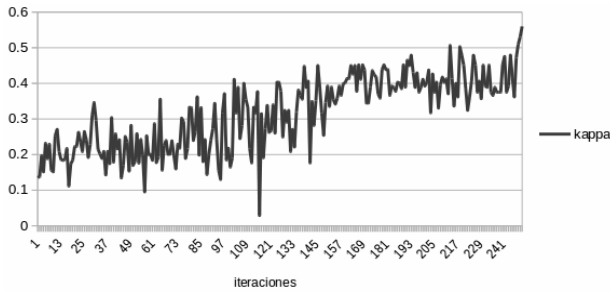


Figura 8. Gráfica del índice kappa de MESSIDOR 2

## CONCLUSIONES

En este trabajo se diseñó una metodología que permite la clasificación de imágenes de fondo del ojo donde se presentan diversas lesiones tales como: microaneurismas, exudados y hemorragias. El objetivo fue clasificar esas imágenes en las diferentes etapas de la retinopatía diabética.

Al encontrar el problema de que había más imágenes en la clase 0 se propuso el balanceo de pesos correspondiente a cada clase, lo cual ayudó a obtener mejores resultados.

Una forma de aumentar la precisión en los resultados es realizar el triplicado de las bases de datos y probar con diferentes tamaños de imágenes para entrenar en secuencia, a pesar de ser un proceso tardado. Los resultados de la base de datos de MESSIDOR arrojaron un puntaje de 0.64 de acuerdo a la valoración del índice kappa, lo cual muestra que tiene una fuerza de concordancia buena, mientras que para la base de datos de MESSIDOR 2 el puntaje fue de 0.56, que significa una fuerza de concordancia moderada. De acuerdo con la metodología de otros trabajos sobre la retinopatía diabética, el principal aporte de este trabajo de investigación es que no es necesario identificar los componentes de la retina para dar una clasificación de la RD. Actualmente se sigue trabajando en mejorar el algoritmo para identificar los signos del RD, se pretende trabajar con la base de datos que consta de más de 80,000 imágenes de fondo del ojo y es proporcionada por EyePACS, una plataforma para el cribado de la retinopatía diabética [8].

## AGRADECIMIENTOS

Las imágenes de las bases de datos MESSIDOR y MESSIDOR 2 fueron proporcionadas por el Laboratorio LaTIM y los socios del programa Messidor, ver <http://latim.univ-brest.fr/> y <http://messidor.crihan.fr>. Se agradece al Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica por el apoyo en la

terminación de este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] OMS: Organización mundial de la salud (2017). OMS | Diabetes. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>, Noviembre 2017.
- [2] Sinthanayothin, C., Boyce, J. F., Williamson, T. H., Cook, H. L., Mensah, E., Lal, S., y Usher, D. (2002). Automated detection of diabetic retinopathy on digital fundus images. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, 19(2): 105–112.
- [3] Abràmoff, M. D., Niemeijer, M., Suttorp-Schulten, M. S. A., Viergever, M. A., Russell, S. R., y Van Ginneken, B. (2008). Evaluation of a system for automatic detection of diabetic retinopathy from color fundus photographs in a large population of patients with diabetes. *Diabetes Care*, 31(2): 193–198.
- [4] Silberman, N., Ahlrich, K., Fergus, R., y Subramanian, L. (2010). Case for Automated Detection of Diabetic Retinopathy. pp. 85–90.
- [5] Antal, B. y Hajdu, A. An ensemble-based system for microaneurysm detection and diabetic retinopathy grading. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59(6): 1720–1726.
- [6] NEI: National eye institute (2016). La retinopatía diabética, lo que usted debe saber | National Eye Institute. Recuperado de: <https://nei.nih.gov/health/espanol/retinopatia>, Noviembre 2017.
- [7] Decencière, E., Zhang, X., Cazuguel, G., Lay, B., Cochener, B., Trone, C., Gain, P., Ordonez, R., Massin, P., Erginay, A., Charton, B., y Klein, J.-C. (2014). Feedback on a publicly distributed image database: the MESSIDOR database. *Image Analysis & Stereology*, 33(3): 231.
- [8] EyePACS: Eye Picture Archive Communication System. Recuperado de: <http://www.eyepacs.com/>.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Extracción de Características Faciales a partir del Procesamiento Digital de Imágenes

Jasiel Hassan Toscano Martínez  
Investigador Independiente  
Puerto Escondido, San Pedro  
Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México.  
+52 1 954 158 6881  
toscanoinvestigacion2018@gmail.com

Alma Alhelí Pedro Pérez  
Universidad de la Sierra Juárez  
Avenida Universidad S/N, Ixtlán de  
Juárez, Oaxaca, México.  
+52 1 951 230 9627  
almaalheli@unsij.edu.mx

Cruz Violeta Bautista Juárez  
Centro Nacional de Investigación y  
Desarrollo Tecnológico  
Internado Palmira S/N, Col. Palmira,  
Cuernavaca, Morelos, México.  
+52 1 951 285 6722  
violeta.bautista17ca@cenidet.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En la actualidad, sistemas de visión por computadora se utilizan ampliamente en diferentes áreas, desde sistemas de reconocimiento para la vida cotidiana hasta los más complejos sistemas que se utilizan en diferentes áreas como la salud o la seguridad. En este trabajo de investigación se desarrolló un sistema para el reconocimiento de emociones en personas con base en la extracción de características faciales a partir del procesamiento digital de imágenes. El procedimiento implementado reconoce dos emociones: alegría y asombro. El sistema se compone de ocho etapas, en cada una se utilizaron diferentes métodos y técnicas: 1. Mejora de la imagen mediante promediado espacial, 2. Detección de piel aplicando las reglas de Peer, 3. Delimitación del área facial con base en porcentajes de piel, 4. Localización de partes del rostro utilizando medidas antropométricas faciales, 5. Detección de bordes aplicando el operador Sobel, 6. Detección de puntos de interés mediante el

algoritmo de Harris, 7. Extracción de características a partir de cálculos obtenidos mediante distancia euclidiana y 8. Clasificación de características y reconocimiento de la expresión mediante el algoritmo j48. El sistema se desarrolló en el lenguaje C++ y se utilizó el IDE eclipse. También se utilizó el software Weka para complementar la fase de clasificación de características. Para la parte experimental, se realizaron una serie de pruebas con la base de datos Universidad de la Sierra Juárez constituida por doscientas imágenes. De acuerdo con los resultados se determinó que la efectividad del sistema fue de un 79%. El desarrollo de este trabajo de investigación proporciona un sistema útil para el reconocimiento de emociones que puede utilizarse para distintos fines, así también como un primer paso para trabajos futuros.

### ABSTRACT

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

At present, computer vision system are widely used in different areas, from recognition systems for everyday life to the most complex systems that are used in different areas such as health or the safety. In this research work, a system for recognition of emotion in the persons which is based on the extraction of facial features through digital images processing was developed. The procedure implemented here, recognizes two types of emotions: emotion of happiness and emotion of amazement. The system is composed of eight phases. In each phase different methods and techniques were used 1.-Improvement of the image through spatial averaging, 2.- Skin color detection using the Peer rules, 3.- Delimitation of facial area based on percentages of skin detected, 4.- Detection of different parts of the face using facial anthropometric measurements, 5.- Detection of edges by the Sobel operator, 6.- Detection of Points of interest through the Harris algorithm, 7.- Extraction of facial features based on the calculation of distances using the Euclidean distance formula and 8.-Classification of facial features and recognition of emotions by j48 algorithm. The system in C ++ language and IDE eclipse was developed. Weka software was used to complement the feature classification phase. For the experimental part, a set of test were realized using Universidad de la Sierra Juarez database constituted by two hundred images. According to the results the system showed 79% effectiveness. The development of this research work provides a useful system for recognizing emotions which can be used for different purposes and also as a first step for future works.

## Categorías y Descriptores Temáticos

**Computing methodologies:** Artificial intelligence, computer vision, computer vision tasks, activity recognition and understanding.**Metodologías de computación:** Inteligencia artificial, visión artificial, tareas visión artificial, reconocimiento y comprensión de actividades.

### Términos Generales

Inteligencia artificial, visión por computadora, reconocimiento de expresiones, extracción de características.

### Palabras clave

Inteligencia artificial, visión por computadora, reconocimiento, expresiones, extracción, características.

### Keywords

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Artificial intelligence, Computer vision, recognition, expression, extraction, characteristics.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de expresiones faciales se ha convertido en un tema de interés para la comunidad científica en los últimos años. Este tema desempeña un papel importante en el desarrollo de aplicaciones en diversas áreas, como la Interacción Humano Computadora (IHC), robótica, video-vigilancia, entre otras [1]. El análisis de expresiones faciales en el área de la visión por computadora se basa en obtener información de características que se encuentran en el área facial para posteriormente utilizarlas en el desarrollo de aplicaciones [2]. La extracción de características se considera una de las principales etapas que tiene por objetivo la extracción de características que se encuentran localizadas en el área facial con el fin de cuantificarlas como símbolos discretos [1].

La extracción de características faciales se encuentra en constante investigación [3][4][5] dado a que hoy en día no se cuenta con un sistema que realice de forma eficiente el análisis de las expresiones, debido a factores que dificultan el desarrollo de aplicaciones, como son la iluminación, posición o rotación, movimiento, diversidad de rostros, entre otros. Por tal motivo, en este trabajo de investigación se propone el desarrollo de un sistema de visión por computadora para la extracción de características en el análisis de las expresiones faciales a partir del procesamiento digital de imágenes.

El presente artículo está compuesto por cinco secciones. En primer lugar, una introducción al tema de la extracción de características faciales. En segundo lugar, se puntualiza el objetivo general que fue establecido para el desarrollo de este trabajo de investigación. En tercer lugar, se presenta la metodología de desarrollo en donde se describen cada una de las etapas del enfoque propuesto. En cuarto lugar, se visualizan los resultados que se obtuvieron a partir de las pruebas. Por último, se describen las conclusiones obtenidas a partir del desarrollo de este trabajo de investigación.

## OBJETIVOS

En este trabajo se estableció el objetivo de desarrollar un sistema de visión artificial que realice la extracción de características para el análisis de expresiones a partir del procesamiento de imágenes.

## METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La metodología de desarrollo utilizada en este trabajo se compone de diversas etapas que en conjunto tienen por objetivo realizar la extracción de características para el análisis de expresiones a partir del procesamiento digital de imágenes. En primer lugar, se ingresa una imagen entrada para realizar una etapa de preprocesamiento por medio de un algoritmo de filtrado



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

con la finalidad de mejorar la calidad. En segundo lugar, se aplica una técnica de detección de regiones de piel para de esta manera localizar la región del rostro, posteriormente se realiza la delimitación con base en coordenadas espaciales y reglas de porcentaje. Una vez localizada y delimitada la región del rostro se procede con la etapa de visualización para recuperar información omitida durante la detección de regiones de piel. Al término de la etapa anterior se obtiene como resultado la región rostro sobre la cual se aplica un algoritmo de localización de partes con base en medidas antropométricas.

A continuación, se realiza la detección de puntos característicos en cada una de las partes a partir de una previa detección de los bordes, la detección de puntos se efectúa mediante la implementación del algoritmo de detección de esquinas Harris. Por último, se realiza el análisis de expresiones a través de la generación de un archivo que contiene características representativas a distancias entre puntos de interés y un punto central, este archivo es enviado a un entorno para el análisis del conocimiento de la Universidad de Waikato en donde se realiza la comparación con un modelo de entrenamiento con la finalidad de predecir la expresión del rostro. En la siguiente figura se visualiza el esquema del enfoque propuesto para la extracción de características en el análisis de las expresiones faciales a partir del procesamiento digital de imágenes (véase figura 1).

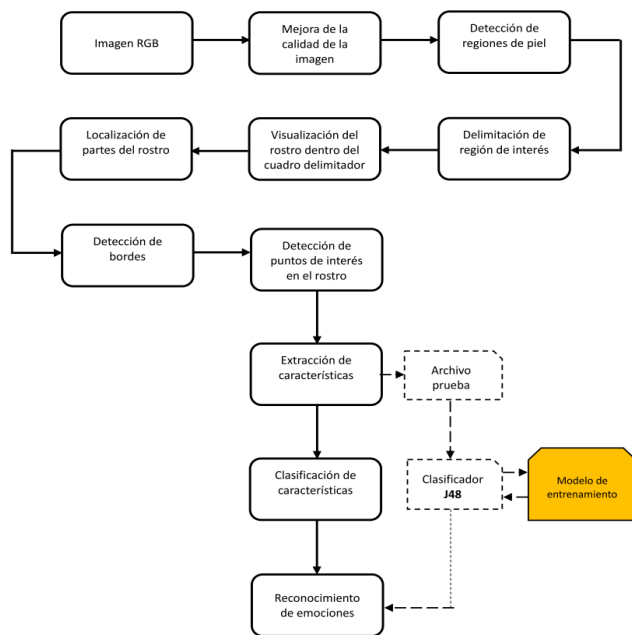


Figura 1. Enfoque propuesto para la extracción de características en el análisis de expresiones faciales mediante el procesamiento digital de imágenes (Trabajo de tesis [6]).

La estructura del sistema se definió con base en la metodología de desarrollo que está compuesta por las siguientes etapas:

**Entrada imagen RGB.** En esta etapa se realizó la adquisición de las imágenes que se utilizan como datos de entrada al sistema. Estas imágenes se obtuvieron mediante la creación de una base de datos que consiste en una serie de imágenes de personas que forman parte de la Universidad de la Sierra Juárez (véase figura 2).



Figura 2. Imágenes de entrada al sistema – Base de datos UNSIJ.

**Mejora de la imagen.** El objetivo principal de esta etapa consiste en mejorar la calidad de las imágenes por medio de la eliminación de características (ruido en la imagen). En esta etapa se implementó la técnica promediado espacial que consiste en sustituir el valor del píxel por el promedio de píxeles vecinos utilizando una máscara de convolución para disminuir el ruido en la imagen (véase figura 3).

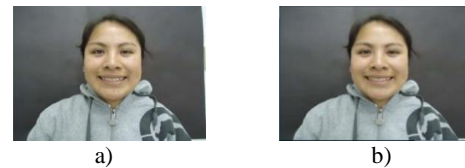


Figura 3. Etapa para mejorar la calidad de imágenes; a) Imagen de entrada, b) Imagen resultado del mejoramiento de la imagen.

**Detección de las regiones piel.** A partir de la imagen mejorada, se realiza la detección de regiones de piel en la imagen con base en las reglas de Peer [7] que utiliza como referencia tonos de la piel y de esta manera establecer reglas de decisión. El objetivo de esta etapa consistió en localizar la región del rostro con la que se trabajara en etapas posteriores (véase figura 4).

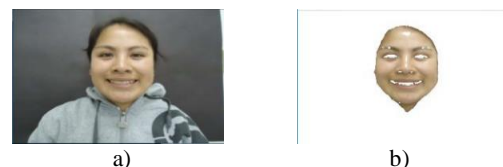


Figura 4. Detección de las regiones piel; a) Imagen de entrada, b) Imagen resultado de la detección de las regiones de piel. Nota: En esta etapa se observa la pérdida de información en regiones del rostro (ojos, boca, nariz y cejas).

**Delimitación de la región de interés.** En esta etapa se delimita el área facial, desechando información adicional que se obtiene en la etapa de detección de las regiones de piel, en donde de acuerdo a la técnica utilizada se pueden observar partes de cuello y hombros. Para tal fin, en esta etapa se implementó una técnica para delimitar basada en coordenadas máximas y mínimas dentro de la imagen, así como reglas de decisión a

partir de porcentajes de piel dentro de la imagen (véase figura 5).

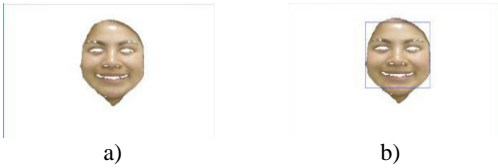


Figura 5. Delimitación de región de interés; a) imagen de entrada, b) Imagen resultado de la delimitación de la región de interés.

**Visualización del rostro.** En esta etapa se obtienen únicamente los datos que se encuentran contenidos dentro de la región delimitada tomando como referencia la imagen resultado de la etapa de mejora de la imagen respetando límites del cuadro delimitador. El objetivo principal de esta etapa consiste en realizar la sustracción completa del rostro de la persona (véase figura 6).



Figura 6. Visualización del rostro; a) Imagen entrada, b) Imagen resultado de la visualización del rostro facial. Nota: En esta etapa se realizó la recuperación de información pérdida durante la etapa de la detección de las regiones piel.

**Localización de las partes del rostro.** En esta etapa se tiene por objetivo la detección de zonas de interés del rostro humano, como ojos (izquierdo/derecho), nariz y boca, que son partes de donde se realiza la detección de puntos característicos en etapas posteriores. Esta detección es lograda con base en la utilización de las medidas antropométricas establecidas por Perseo [8] (véase figura 7).

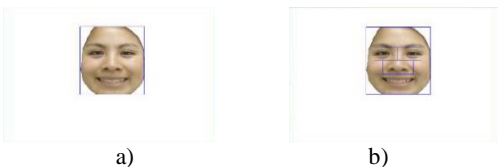


Figura 7. Localización de partes del rostro. a) Imagen entrada, b) Localización de partes del rostro ojos (izquierdo/derecho), nariz y boca.

**Detección de bordes en partes rostro.** En esta etapa se utilizó un algoritmo para la detección de bordes en cada una de las partes del rostro. La detección se realizó a partir de la implementación de los operadores de Sobel que está basado en el gradiente de la imagen (véase figura 8).



Figura 8. Detección de los bordes en partes del rostro. a) Imagen entrada, b) Imagen resultado de la detección de bordes en cada una de las partes del rostro.

**Detección puntos de interés en partes rostro.** Una vez realizada la localización de los bordes en cada una de las partes del rostro, se efectúa la detección de los puntos de interés a través del algoritmo de detección de esquinas Harris. En esta etapa se tiene el propósito de realizar la detección de puntos de interés en las partes del rostro con la finalidad de realizar la extracción de características (véase figura 9).




Figura 9. Detección de puntos de interés en partes del rostro. a) Imagen de entrada, b) imagen resultado de la detección de puntos de interés en partes del rostro humano.

**Extracción de características.** La extracción de características es una etapa fundamental en este trabajo. En primer lugar, se localiza el punto central del rostro que servirá como punto de referencia. En segundo lugar, se realiza el cálculo de la distancia existente entre el punto central y cada uno de los puntos de interés de las partes. Por último, las distancias obtenidas se almacenan en un archivo prueba.

**Reconocimiento de la expresión.** El objetivo de esta etapa consiste en la predicción de la expresión observada en la imagen. Para ello, se utiliza la información que se obtiene en etapas anteriores. En primer lugar, el archivo de prueba que contiene las características del rostro es analizado por el entorno de análisis del conocimiento WEKA en donde se realiza un proceso de predicción a partir de un modelo de entrenamiento con la finalidad de realizar la predicción de manera correcta de la expresión efectuada por la persona (véase tabla 1).

Tabla 4. Resultado de la etapa de reconocimiento de la expresión.

Entrada: imagen	Salida: Predicción de expresión			
	inst#	actual	predicted	error prediction
	1	1:sonrisa	1:sonrisa	1

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## RESULTADOS

En esta sección se describen las pruebas realizadas al sistema para determinar con base en los resultados el desempeño de las etapas. En las pruebas realizadas se utilizaron imágenes en un formato de archivo JPEG obtenidas de una previa adquisición. Las imágenes se pusieron a prueba con el sistema en un equipo de cómputo con las siguientes características: Intel(R) Core(TM) i3-3110M CPU 2.40GHz 2.40 GHz, RAM: 3.87.

**Base de datos UNSIJ.** Esta base de datos consiste en un conjunto de imágenes que corresponden a personas que forman parte de la Universidad de la Sierra Juárez. La adquisición de las imágenes se realizó en un entorno controlado con personas expresando alegría y asombro. En la siguiente figura se muestran algunos ejemplos de imágenes que forman parte de la base de datos (véase figura 10).



Figura 10. Base de datos UNSIJ: a) Imágenes personas expresando alegría, b) Imágenes de personas mostrando asombro.

En esta sección se presentan pruebas con la finalidad de medir la efectividad del sistema con base en los resultados obtenidos, para tales pruebas se utilizaron un total de 200 imágenes de las cuales 100 pertenecen a personas con expresión de alegría y 100 con expresión de asombro. Por cada imagen ingresada y procesada, el sistema respondió con una predicción de la

expresión de la persona. En la siguiente tabla se muestran algunas de las pruebas realizadas al sistema en donde se puede visualizar a personas efectuando la expresión de alegría y asombro (véase tabla 2-3).

Tabla 2. Resultados en pruebas con la expresión de alegría.





#	Entrada: imagen	Salida: Predicción de expresión
1		<pre>inst#  actual  predicted error prediction 1 1:sonrisa 1:sonrisa      1</pre>
2		<pre>inst#  actual  predicted error prediction 1 1:sonrisa 2:asombro + 1</pre>

Tabla 3. Resultados en pruebas con la expresión de asombro.

#	Entrada: imagen	Salida: Predicción de expresión
1		<pre>inst#  actual  predicted error prediction 1 1:sonrisa 1:sonrisa      0.833</pre>
2		<pre>inst#  actual  predicted error prediction 1 1:sonrisa 2:asombro + 1</pre>

En primer lugar, se ingresaron al sistema imágenes con expresión de alegría, se realizaron 100 pruebas y se observó que para la mayoría de los casos la predicción fue correcta. Posteriormente se procedió a ingresar imágenes con expresión de asombro, de igual forma se realizaron pruebas al sistema y se obtuvieron resultados aceptables, aunque cabe mencionar que para ambos casos hubo predicciones erróneas. A continuación, se puntualizan de manera numérica resultados obtenidos durante las pruebas realizadas al sistema. En la siguiente Tabla 4 se muestran los porcentajes de predicción correcta y errónea tanto para imágenes con expresión de alegría y asombro. Asimismo, se presentan porcentajes generales a partir de las pruebas con la finalidad de obtener la efectividad del sistema (véase tabla 4).

Tabla 4. Resultados de las pruebas realizadas al sistema.

Expresión	Predicción correcta	Predicción errónea
Asombro	Equivale al 76%	Equivale al 24%
Sonrisa	Equivale al 82 %	Equivale al 18%
<b>Total</b>	<b>Equivale al 79%</b>	<b>Equivale al 21%</b>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## CONCLUSIONES

En este trabajo se planteó como objetivo general el desarrollo de un sistema de extracción de características faciales para el análisis de las expresiones mediante el procesamiento digital de imágenes. El sistema utiliza técnicas conocidas e implementadas en trabajos similares, sin embargo, estas técnicas son combinadas para de esta manera proponer un nuevo enfoque. La efectividad del sistema se calculó con base en resultados que se obtuvieron de las pruebas al sistema. El porcentaje de efectividad del sistema es del 79%.

El desarrollo de sistemas orientados en el análisis de expresiones es un tema de interés para la comunidad científica. A continuación, se puntualizan algunos trabajos por desarrollar a partir de este trabajo de investigación. 1. Implementar el manejo del tiempo real a través de procesar una secuencia de imágenes. 2. Implementar algoritmo para mejorar el grado de reconocimiento. 3. Incrementar el tamaño de la base de datos UNSIJ con la finalidad de enriquecer el modelo de entrenamiento. 4. Realizar un análisis de las diversas expresiones faciales. 5. Desarrollar una aplicación móvil para el análisis de las expresiones de las personas en tiempo real.

## REFERENCIAS

- [1] Hameed, M. Ali, R. Lee S. 2015. Facial expression recognition using active contour-based face detection, facial movement-based feature extraction, and non-

- linear feature selection. *Multimedia systems*. 21(6), pags. 541-555
- [2] Berkay, M. Erdogan, H. Unel M. 2012. Facial feature extraction using a probabilistic approach. *Signal processing: image communication*. 27(6), pags. 678-693
- [3] Zhou, Y. Li, Y. Wu, Z. 2011. Robust facial feature points extraction in color images. *Engineering applications of artificial intelligence*. 24(1), pags. 195-200
- [4] Bhowmik, M. Shil, S. Saha, P. 2014. Feature points extraction of thermal face using harris interest point detection. *Procedia technology*. 10(1), pags. 724-730
- [5] Chen, F. Xu, Y. Zhang, D. 2015. 2D facial landmark model design by combining key points and inserted points. *Expert Systems with Applications*. 42(1), pags. 7858-7868
- [6] Bautista, C. 2018. Extracción de características faciales para el reconocimiento de emociones a partir del procesamiento digital de imágenes. Universidad de la Sierra Juarez. Tesis de Licenciatura en Informática, pags. 1-80
- [7] Perseo, G. 2003. The "Beauty" of Homo sapiens sapiens: standard canons, ethnical, geometrical and morphological facial biotypes. *Publication 2 -Part I, II - Virtual Journal of Orthodontics*. 5(3). pags. 1-12
- [8] [Peer, 2003] Peer, P. Kovac, J. Solina F. 2013. Human skin colour clustering for face detection. *IEEE Region 8 EUROCON 2003. Computer as a Tool*.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Optimización de hardware para implementar en FPGAs el protocolo DALI usado en redes inalámbricas de sensores.

Oscar Osvaldo Ordaz-García  
Departamento de Ingeniería  
Electrónica y de Computadores, de  
la Universidad de Córdoba.  
Córdoba 14071, España.  
Unidad Académica de Ingeniería  
Eléctrica, de la Universidad  
Autónoma de Zacatecas.  
Zacatecas 98160, México.  
+52 492 92 232 37  
oscarord27@hotmail.com

Manuel Ortiz-López  
Departamento de Ingeniería  
Electrónica y de Computadores, de  
la Universidad de Córdoba.  
Edificio Leonardo Da Vinci,  
Campus Universitario de  
Rabanales.  
Córdoba 14071, España.  
+34 957 21 83 76  
el1orlom@uco.es

Francisco Javier Quiles-  
Latorre  
Departamento de Ingeniería  
Electrónica y de Computadores, de  
la Universidad de Córdoba.  
Edificio Leonardo Da Vinci,  
Campus Universitario de  
Rabanales.  
Córdoba 14071, España.  
+34 957 21 83 76  
el1qulaf@uco.es

José Guadalupe Arceo  
Olague  
Unidad Académica de Ingeniería  
Eléctrica, de la Universidad  
Autónoma de Zacatecas.  
Edificio de Ingeniería en  
Computación, carretera a  
Guadalajara km 6  
Zacatecas 98160, México.  
+52 492 103 07 67  
arceojg@uaz.edu.mx

Francisco José Bellido-  
Outeiriño  
Departamento de Ingeniería  
Electrónica y de Computadores, de  
la Universidad de Córdoba.  
Edificio Leonardo Da Vinci,  
Campus Universitario de  
Rabanales.  
Córdoba 14071, España.  
+34 957 21 86 99  
fjbellido@uco.es

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

En este documento se describe la optimización del hardware necesario para implementar en *FPGA* (*Field Programmable Gate Array*) el protocolo *DALI* (*Digital Addressable Lighting Interface*) utilizado en el control de luminarias para la comunicación de los nodos en redes inalámbricas de sensores. La descripción de la interface *DALU* se realiza en lenguaje descriptivo de hardware *VHDL* 93 estándar, para ser embebido en *FPGAs* y funcione sobre un nodo inalámbrico basado en el estándar *IEEE* 802.15.4. con codificación *Manchester* diferencial *bi-phase*. Los recursos lógicos del diseño "Optimizado" se comparan con el diseño "Base"; el



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

funcionamiento se comprobó mediante simulación y con la implementación en diversas plataformas con *FPGAs*, de bajo consumo energético y económico, con el objetivo de disminuir el consumo de energía generado en la comunicación, y hacer viable el realizar un prototipo de un nodo inalámbrico para emplearlo en el control de luminarias.

## ABSTRACT

This document describes the optimization of the hardware needed to implement in *FPGA* (*Field Programmable Gate Array*), the *DALI* (*Digital Addressable Lighting Interface*) protocol used in the control of luminaires, for the communication of the nodes in wireless sensor networks. The description is made in the hardware descriptive language (*VHDL*) to be embedded on *FPGAs*, in order for the *DALI* interface to work on a wireless node based on the *IEEE 802.15.4* standard, using *Manchester* differential *bi-phase* coding. The logical resources of the “Optimized” design are compared with a “Base” design; the operation was verified by means of simulation and with the implementation in diverse platforms with *FPGAs* of low and economic energy consumption, with the objective of reducing the energy consumption generated in the communication, and making viable the prototype of a wireless node for use in control street lightning.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Inteligencia Artificial: Redes inteligentes.

## Términos Generales

Redes inteligentes. Redes inalámbricas de sensores. Comunicación.

## Palabras clave

*FPGA*, Protocolo *DALI*, Control de Luminarias, Redes inalámbricas de sensores. *VHDL*, Comunicación.

## Keywords

*FPGA*, *DALI* Protocol, Control Street Lighting Wireless Sensor Networks, *VHDL*, Communication.

## INTRODUCCIÓN

El alto costo y consumo energético del alumbrado público crea la necesidad de buscar puntos de oportunidad para desarrollar mejoras en la eficiencia energética. En los que se puede contar las redes inalámbricas de sensores, que es un área de investigación muy activa debido a su amplia gama de aplicaciones [1] al igual que las redes inteligentes de energías [2].

Se puede constatar en diferentes investigaciones, que actualmente el uso de comunicaciones inalámbricas está extendido para diferentes tipos de aplicaciones, aunado a esto, la evolución de circuitos integrados para el desarrollo de hardware embebido como los *FPGAs*, hace posible que en un dispositivo se pueda diseñar y/o desarrollar casi todo el sistema de comunicaciones para redes inalámbricas de sensores.

Dentro de las limitaciones principales que se encuentran en las comunicaciones inalámbricas está el consumo energético, ya que muchas de las terminales móviles suelen trabajar con baterías que limitan la potencia de transmisión de los dispositivos, lo que repercute directamente en el alcance de las redes [3]. Además, los sistemas de comunicación que transmiten datos para la administración de iluminación pública dependen de la regulación de tensión y del mantenimiento [4], implicando mayor costo [5].

Para reducir el consumo de energía se ha desarrollado el protocolo de datos *DALI*, un mecanismo de transporte elaborado por empresas de equipamiento de iluminación para asegurar interoperabilidad entre diferentes fabricantes, funcionalidad, simplicidad, ahorro de energía y bajo costo [6]. Con el uso de dispositivos lógicos programables para el control de la comunicación en sistemas de iluminación se puede reducir el alto consumo de energía que genera.

## OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es optimizar los recursos lógicos del diseño del protocolo *DALI* en comparación con un diseño “Base”, para implementarlo en *FPGAs* de bajo consumo energético y económico; y obtener una arquitectura de referencia para ponerla en funcionamiento en un nodo inalámbrico basado en el estándar *IEEE 802.15.4*. El protocolo *DALI* se representa en el lenguaje descriptivo de hardware *VHDL*.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Una red inalámbrica de sensores (*WSN* por *Wireless Sensor Network*) es una infraestructura compuesta por elementos de cómputo, medición y comunicación, que permiten al administrador instrumentar, observar y reaccionar a eventos y fenómenos en un ambiente específico [7]. También se conoce como una red de diminutos dispositivos, equipados con sensores, que colaboran en una tarea común. Las redes de sensores están formadas por un grupo de sensores con ciertas capacidades sensitivas y de comunicación inalámbrica que permiten formar redes *ad-hoc* sin infraestructura física preestablecida, ni administración central. Las redes de sensores están formadas por un conjunto de pequeños dispositivos denominados nodos sensores, con capacidad limitada de cómputo y comunicación. El protocolo de encaminamiento es el responsable de descubrir las rutas entre los nodos para hacer posible la comunicación [8]. Por la variedad de aplicaciones que pueden tener las *WSNs*, existe la necesidad de desarrollar protocolos específicos al tipo de aplicación, con el riesgo de desarrollar un protocolo diferente para cada aplicación [9]. Algunos de los estándares inalámbricos que regulan a los sistemas de comunicación son: *GSM/GPRS*, *RF*, *Wi-Fi*™, *IEEE 802.15.4*™ y *ZigBee*™. Gracias a la existencia de los dos últimos, ha aumentado el desarrollo de las *WSNs* [10], [11]. El estándar *IEEE 802.15.4* define la capa física y *MAC* para redes inalámbricas de área personal (*WPANs*) de baja tasa de transmisión [12]. *DALI* es detallado en el Anexo E de la *IEC*

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

60929 y estandarizado en la IEC 62386. Es una alternativa a *Digital Signal Interface (DSI)*, teniendo como principal diferencia el direccionamiento individual para luminarias. En contraposición a *Digital MultipleX (DMX)*, da solución y control a sistemas de iluminación de edificios [6].

La Figura 1, muestra los componentes de la infraestructura de una red inalámbrica de sensores, que son: un conjunto de nodos sensores; una red de interconexión inalámbrica; un punto central de recolección de información; y un conjunto de recursos que procesa la información recolectada. [13].

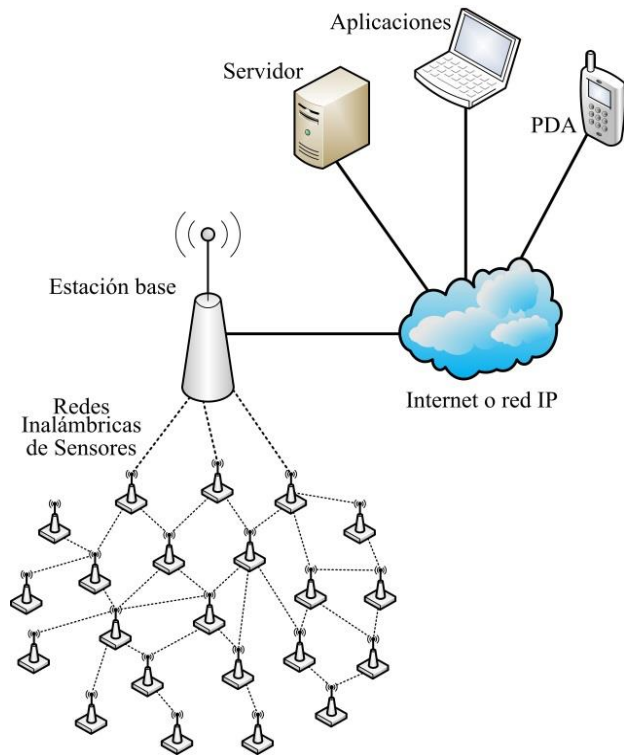


Figura 1. Infraestructura de una red inalámbrica de sensores.

Los sensores o nodos inalámbricos, también llamados motes, son dispositivos inteligentes multifuncionales, equipados con múltiples elementos de sensado. Existe tecnología de sensado para realizar mediciones de campo eléctrico y magnético; de frecuencia; óptico, electro-ópticos e infrarrojos; radares; láseres; de posición/navegación; sísmicas y de ondas de presión; de medio ambiente (viento, humedad, calor). Este tipo de dispositivo poseen recursos restringidos de energía, comunicación, memoria y capacidad de computo [7].

En contraste, un *FPGA* o matriz de compuertas lógicas programables es un circuito integrado diseñado para que su interconexión y funcionalidad sea configurada por un lenguaje de descripción de hardware (*HDL*) [14], y *VHDL* es un lenguaje de descripción de hardware de *VHSIC*, utilizado para describir circuitos digitales y automatizar diseños electrónicos en el cual la programación se puede ejecutar en paralelo [15].

Los dispositivos lógicos programables pueden reproducir complejos sistemas como los que están dentro de un circuito integrado [16]. Además, el desarrollo de sensores hace posible diseñar instrumentos de detección y medición portátiles. Además el avance en *FPGAs* posibilita integrar en un solo *chip (SoC)* sistemas digitales complejos con elevada prestación, y procesadores de alto desempeño [17]. Dentro de las ventajas que tienen los *FPGAs*, es que permiten el paralelismo en múltiples niveles, incluyendo el número de operaciones paralelas por instrucción, además los desarrollos son “*on-chip*” permitiendo una coordinada ejecución de las partes secuenciales y paralelas [18].

Actualmente, el uso de la tecnología *FPGA* es importante para el desarrollo de arquitecturas de computadoras y/o sistemas digitales en comunicaciones inalámbricas, espaciales, vehículos autónomos, drones o tecnología propia. El principal motivo es la agilidad que se tiene para implementar diseños, hacer pruebas y realizar mejoras en el funcionamiento del hardware desde un entorno de simulación [18].

## Implementación.

El protocolo *DALI* tiene una estructura *master – slave*. La topología “bus” tiene un canal de comunicación serie de dos vías, con al menos un controlador *master* y varios *slaves*. El *master* envía paquetes de 16 bits con respuesta de 8 bits, en codificación *Manchester* diferencial *bi-phase* con dos símbolos por cada bit de información, donde “01” es ‘1’ y “10” es ‘0’. El *bit rate* es especificado en 1200 *bps* con espacio de tiempo de error de  $\pm 10\%$ , y el tiempo de bit es 833,33  $\mu s$ , la frecuencia de funcionamiento del canal es 2400 *Hz*. Se envía primero el bit más significativo (*MSB*) [20], como se observa en la Figura 2.

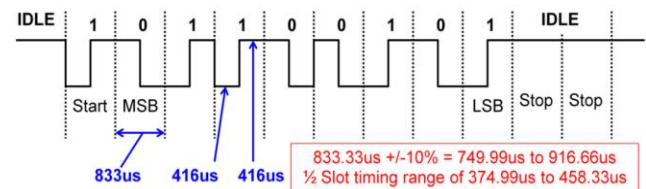


Figura 2. Transmisión de DALI

El paquete enviado del dispositivo de control al receptor se denomina *Forward Frame* y la respuesta *Backward Frame* [20]. La sincronización muestra que el tiempo medio por bit ( $T_e$ ) es 416.67  $\mu s$ , así el *Forward Frame* tiene una duración de 38  $T_e$ , igual a 15.83 *ms*, y el *Backward frame* 22  $T_e$  o 9.17 *mseg* [20].

Como se muestra en la Figura 3, el *Forward Frame* tiene un bit de inicio (*S* - transición de 0 a 1), ocho bits de dirección (YAAA AAAA), ocho bits de datos (XXXX XXXX) y dos bits de alto (|| línea inactiva) [20].



Figura 3. *Forward Frame*

El *Backward Frame* consta de un bit de inicio (*S* - transición de 0 a 1), ocho bits de datos (XXXX XXXX) y dos bits de alto (|| línea inactiva) como se observa en la Figura 4 [20].



Figura 4. Backward Frame

La codificación *Manchester* diferencial *bi-phase* es un formato digital donde el símbolo '1' es representado por una transición ascendente (estado en bajo seguido de flanco a alto) y el '0' se representa por un flanco descendente (estado alto seguido por una transición a bajo) mostrado en la Figura 5. El periodo de tiempo de ambos pulsos (alto y bajo) es la mitad del período de bit.

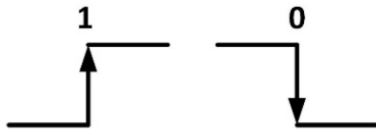


Figura 5. Codificación *Manchester* Diferencial de un bit.

Con la aparición de dispositivos programables de alta densidad (*FPGA*) se ha generado un gran cambio en el procesamiento de datos, pues ofrecen la posibilidad de implementar sistemas de procesamiento utilizando técnicas de *Cómputo Reconfigurable* que pueden ser usadas en muchas áreas de la ciencia y la ingeniería. Los *FPGAs* son aprovechados cada vez más en sistemas embebidos para diferentes aplicaciones desde el diseño hasta la implementación de circuitos reconfigurables de gran complejidad. Para implementar hardware en *FPGAs*, es necesario realizar la descripción en lenguajes *HDLs*, estos "Describen un comportamiento propio de un circuito en sentido amplio" [21].

Los diseños para implementar en *FPGAs* el protocolo *DALI*, se realizaron con diferentes entidades con el fin de optimizar la cantidad de hardware. Todos los diseños cumplen con un sistema de transmisión/recepción y con las mismas especificaciones en los puertos de entrada y salida. En este trabajo se realiza la comparación de dos diseños, nombrados "Base" y "Optimizado".

La entidad principal es *rx\_tx\_dali.vhdl* y tiene seis entradas (*clk*, *reset*, *wr\_manch*, *dato\_in\_manch(15:0)*, *rsd\_manch* y *rx\_ena\_manch*) y entrega cuatro salidas (*ready\_trans\_manch*, *txd\_manch*, *dato\_rec\_manch* y *dato\_sal\_manch(7:0)*). La descripción de las entidades se realizó en *VHDL* 93 estándar.

En la Figura 6 se observan los bloques y la interconexión del diseño "Base" elaborado con solo dos entidades (*transmisor\_manchester.vhdl* y *receptor\_manchester.vhdl*). En contraste el diseño "Optimizado" se desarrolló con ocho entidades (*Control\_ready.vhdl*, *Tx\_datos.vhdl*, *Pre\_escalador\_sinc.vhdl*, *Recep\_Control.vhdl*, *Divisor\_frecuencia\_asc.vhdl*, *Contador\_Ticx32\_asc.vhdl*, *Cuenta\_bits\_Rx.vhdl* y *Rx\_datos.vhdl*) y se ilustra en la Figura 7.

El proceso de transición en el diseño "Base" se realiza con una entidad (*transmisor\_manchester.vhdl*) y en el diseño "Optimizado", se realiza con tres entidades (*Control\_ready.vhdl*, *Tx\_datos.vhdl*, y *Pre\_escalador\_sinc.vhdl*). En los dos diseños las fases necesarias para la transmisión las controla una máquina de estados finitos (*FSM* por *Finite State Machine*). La diferencia

radica, que en el primero, dentro de la *FSM* se describen todos los registros necesarios para la sincronización de la frecuencia en *bps* del nodo de transmisión, la coordinación de la ejecución del protocolo, el codificador/decodificador *Manchester* y la conversión de datos paralelo/serie para el envío de bits. En el diseño optimizado se dividen los procesos, para lo cual la sincronización se realiza con la entidad *Pre\_escalador\_sinc.vhdl*, y el codificador/decodificador *Manchester* y la conversión de datos paralelo/serie para enviar los bits lo ejecuta *Tx\_datos.vhdl*.

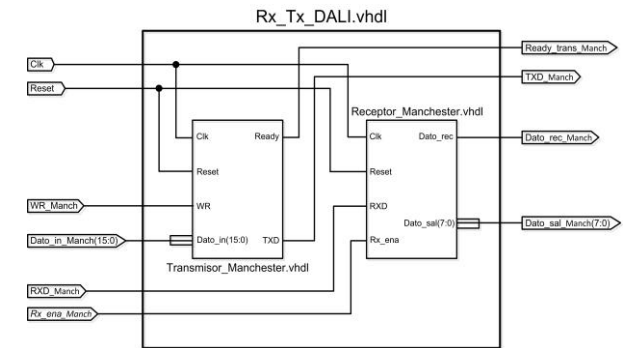


Figura 6. Diseño "Base" del Transmisor/Receptor del protocolo DALI.

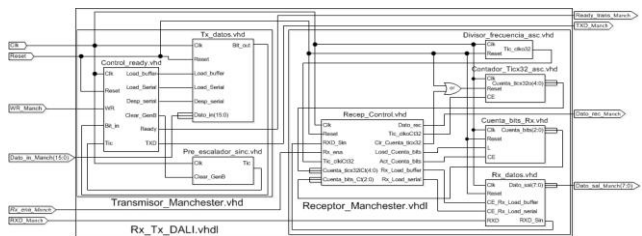


Figura 7. Diseño "Optimizado" del Transmisor/Receptor del protocolo DALI.

Para controlar la recepción de la información se usa una *FSM*, en el diseño "Base" es la entidad *receptor\_manchester.vhdl*, que sincroniza la velocidad, el instante de muestreo, el conteo de bits recibidos, la codificación/decodificación *Manchester* y la conversión serie/paralelo para la recepción de bits, con el uso de los registros necesarios para tal fin. En el diseño "Optimizado", la divergencia se da en que la sincronización la realiza la entidad *Divisor\_frecuencia\_asc.vhdl*, el proceso para determinar el instante de muestreo lo hace *Contador\_Ticx32\_asc.vhdl*, el conteo de bits recibidos lo efectúa *Cuenta\_bits\_Rx.vhdl*, y *Rx\_datos.vhdl* se encarga de la codificación/decodificación *Manchester* y de la conversión serie/paralelo para la recepción de bits.

Los diseños se implementaron en dos placas de desarrollo que contienen un *FPGA*. Para la síntesis, se utilizó el entorno de desarrollo *Project Navigator* de *Xilinx*, *ISE (Integrated Software Environment)* versión 14.6, donde se configuro el proyecto con la *FPGA* de la familia *Spartan3E* de *Xilinx* (dispositivo *XC3S100E* – Empaquetado *CP123*).

## RESULTADOS

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Para realizar el diseño propuesto como prototipo de un nodo inalámbrico y usarlo en una red inalámbrica de sensores, es preciso determinar el consumo de recursos utilizados en el *FPGA* y así establecer la cantidad de lógica restante para la creación de módulos de comunicación o control y tener un sistema integral.

Los componentes básicos para la construcción de bloques en los arreglos del *FPGA*, son los *Slices*, que incluyen un número determinado de *LUTs* (*n-bit lookup table*), *flip-flops* y otros elementos que constituyen la lógica de diseño. Todas las *LUTs* y *flip-flops* están empaquetados en *Slices*. Los resultados obtenidos de la síntesis en *Xilinx ISE Design Suite* son la cantidad de elementos y recursos empleados para implementar el diseño del protocolo *DALI* en un *FPGA*, la cantidad de *Slices* y *LUTs* usados son los componentes lógicos que determinan la optimización.

En la Figura 8 se encuentra el resumen de la síntesis en la herramienta *Xilinx ISE*, los resultados muestran que el diseño “Base” consume aproximadamente el 5% de los *Slice Flip Flops* y el 8% de las *LUTs* con los que cuenta el *FPGA*.

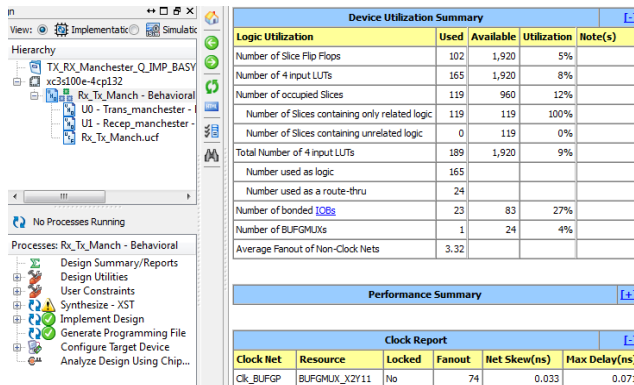


Figura 8. Resumen de la Síntesis del diseño “Base” en Xilinx ISE

Los resultados del diseño “Optimizado”, se observan en la Figura 9, donde el resumen de la síntesis, expone que consume el 5% de los *Slice Flip Flops* y el 5% de las *LUTs* (31.5% menos recursos).

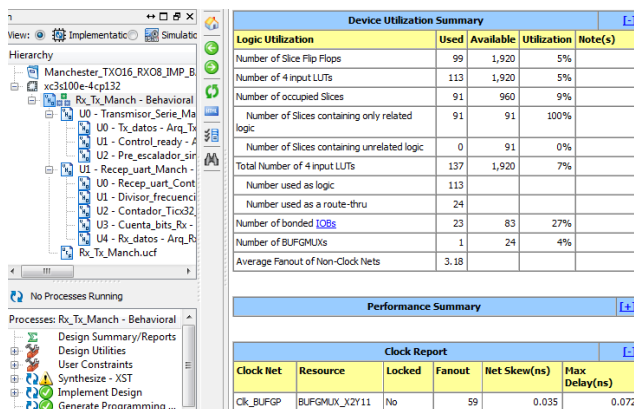


Figura 9. Resumen de la Síntesis del diseño “Optimizado” en

Xilinx ISE

El trabajo se enfoca en la optimización del diseño del protocolo *DALI* con el objetivo de utilizar la menor cantidad de recursos del *FPGA* para realizar el prototipo del mote que es necesariamente replicable, por lo cual la diferencia de recursos lógicos utilizados, se expone en la Tabla 1. De acuerdo con los resultados de las síntesis, se observó que el diseño “Optimizado” ocupa menor cantidad de lógica que el diseño “Base”, de los recursos disponibles del *FPGA*, como se resume en la Tabla 1.

El protocolo *DALI* se diseñó para ser implementado en cualquier *FPGA*, o controlado por medio de algún sistema digital, con una *FSM* o algún controlador, lo que es factible pues existe recursos suficientes en el *FPGA* para la integración de ambos dispositivos.

Tabla 5. Comparación de la Lógica Utilizada.

Número de Lógica Utilizada	Diseño	
	“Base”	“Optimizado”
<i>Slice Flip Flops</i>	102	99
<i>LUTs</i> de 4 entradas	165	113
<i>Slices</i> ocupados	119	91
Total de <i>LUTs</i> de 4 entradas	189	137

El tiempo de bit en teoría debe ser de 833,33  $\mu$ s, y en la implementación en la placa *Basys 2* de *Digilent* a través de una aproximación por medio de las líneas verticales de medición del osciloscopio en las transiciones de la codificación *Manchester*, el resultado obtenido del tiempo medio por bit ( $T_e$ ) es de 417  $\mu$ s, (tiempo de bit 834  $\mu$ s) determinando un error de 0.08 %, valor adecuado dentro del espacio de tiempo que es de  $\pm 10$  %. Todo esto se visualiza en la Figura 10.

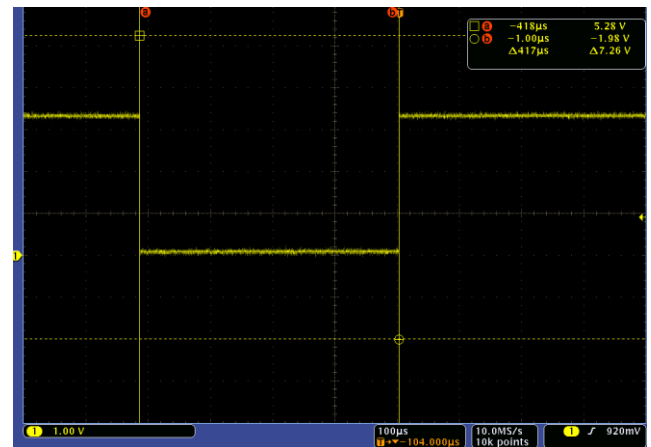


Figura 10. Medición del tiempo medio por bit, del protocolo *DALI* en la *Basys 2* de *Digilent*

El resultado de las implementaciones en las placas de *Lattice Semiconductor* se exponen en la Figura 11, las líneas de



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

medición verticales del osciloscopio en la transición muestran un tiempo medio por bit de  $410 \mu\text{s}$ , valor (1.59%) que se encuentra dentro del porcentaje de error permitido.

## CONCLUSIONES

El entorno reconfigurable, de flexibilidad y versatilidad de los *FPGAs* proveen un gran potencial para el diseño, verificación e integración de protocolo *DALI* usado redes inalámbricas de sensores para el control de luminarias. La posibilidad de contar con arquitectura de referencia para implementarla en un *FPGA* aporta un enfoque innovador a los proyectos modernos de sistemas embebidos, ya que aceleran significativamente el ciclo de análisis y diseño de un sistema y mejora de forma substancial la calidad del proceso de integración.

Se implementó en *FPGAs* el protocolo *DALI* logrando un diseño adecuado y así conseguir optimizar la lógica del *FPGA*.

El obtener la mayor eficiencia en el uso de recursos lógicos es fundamental para determinar la viabilidad de implementar en *FPGAs* de bajo consumo energético y económico el protocolo *DALI*. Además la integración en un nodo inalámbrico es una alternativa viable a un diseño de hardware funcional, ya que uno de los principales beneficios de utilizar un *FPGA* es el ahorro en el costo de los elementos necesarios para el diseño.

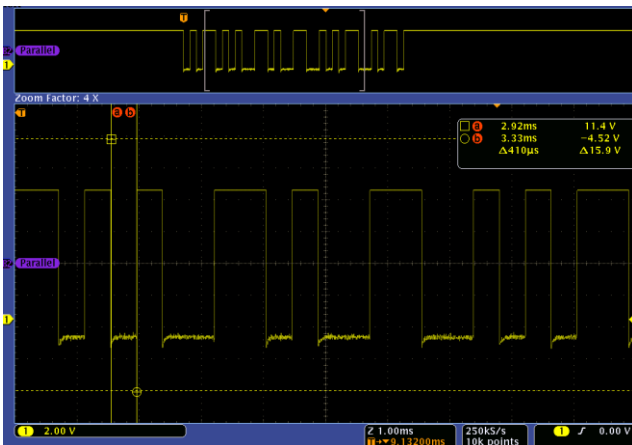


Figura 11. Medición del tiempo medio por bit del protocolo DALI implementado en la plataforma iCEblink40-HX1K.

Un diseño está limitado por el espacio disponible en el *FPGA*, para la solución generada se logra optimizar el uso de recursos; ya que es importante hacer notar que el remanente de recursos lógicos permite acoplar otro sistema digital para su comunicación o control.

Se puede concluir que es viable que el diseño del protocolo *DALI*, funcione para un mote en una red inalámbrica de sensores, ya que los recursos utilizados en su implementación posibilitan el uso del resto de los recursos lógicos y cumplir con un punto principal de los *FPGAs*, que es el integrar sistemas digitales mixtos en los que se contemple una arquitectura de referencia y su lógica convencional, lo cual se obtuvo con la

optimización para disponer en el mismo *FPGA* recursos para conformar otro sistema, con estructuras de arreglos y bloques lógicos para la comunicación y control de un sistema de control de iluminación.

## REFERENCIAS

- [1] Quezada, P., Garbajosa, J., Washizaki and Enciso, L. "Knowledge description model for bodies of knowledge in software engineering context," 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Lisbon, 2017, pp. 1-4. doi: 10.23919/CISTI.2017.7976058 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7976058&isnumber=7975671>
- [2] Real Calvo, Rafael Jesús (2016). Integración de dispositivos electrónicos inteligentes en Smart Grid. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, UCOPress.
- [3] Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos., 5-29.
- [4] Bellido-Outeiriño, F.J.; Quiles-Latorre, F.J.; Moreno-Moreno, C.D.; Flores-Arias, J.M.; Moreno-García, I.; Ortiz-López, M. Streetlight Control System Based on Wireless Communication over DALI Protocol. Sensors 2016, 16, 597.
- [5] Q. Rodrigo, Julián González and V. Fernanda, Lina Prieto, "Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración", pp. 53–62, (2015).
- [6] DALI Standard. International Electrotechnical Commission IEC 62386. Disponible en línea: <https://www.digitalilluminationinterface.org/dali/standards.html> (acceso 15 Junio 2018)
- [7] Kazem Sohraby, Daniel Minoli, and Taieb Znati. Wireless Sensor Networks. Wiley, 2007 edition, 2007.
- [8] Fernández M. R., Ordieres M. J., Martínez de Pisón A. F. J., González M. A., Alba E. F., Lostado L. R., Alpha V. "Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica". ISBN 978-84-692-3007-7. Publicaciones Unirioja. 2017.
- [9] Yingshu Li, My T. Thai, and Weili Wu, editors. Wireless Sensor Networks and Applications. Springer, 2008.
- [10] Baronti, P.; Pillai, P.; Chook, V.W.C.; Chessa, S.; Gotta, A.; Hu, Y.F. Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards. Comput. Commun. 2007, 30, 1655–1695. <http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2006.12.020>
- [11] Buratti, C.; Conti, A.; Dardari, D.; Verdone, R. An Overview on Wireless Sensor Networks Technology and Evolution. Sensors 2009, 9, 6869–6896. <http://dx.doi.org/10.3390/s90906869>
- [12] IEEE Std 802.15.4-2015 (Revision of IEEE Std 802.15.4-2011) - IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks <https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.4-2015.html> (accesado en 15 Junio 2018)



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [13] Garbarino, Jimena. "Protocolos para redes inalámbricas de sensores". ISBN 9783847361671. Editorial Académica Española. 2012.
- [14] Wisniewski, Remigiusz (2009). Synthesis of compositional microprogram control units for programmable devices. Zielona Góra: University of Zielona Góra. p. 153. ISBN 978-83-7481-293-1.
- [15] Department of Defense (1992). Military Standard, Standard general requirements for electronic equipment. Retrieved November 15, 2017.
- [16] Maxfield Clive. "Xilinx unveils revolutionary 65nm FPGA architecture: the Virtex-5 family", 2006 International Conf. on Programmable Logic DesignLine.
- [17] Hernández Calviño, M.; Ivanov Tzontchev, R.; Marín Moares, E.; Alaníz D. "Lock-in de bajo costo implementado en una FPGA para uso en instrumentos portátiles" CONCyE2013. págs. 13-19 ISBN 978-607-7678-82-3.
- [18] Oscar O. Ordaz-García, Juan Gómez Luna "Módulo de detección de conflictos de acceso a memoria compartida para un soft GPGPU." V Congreso Científico de Investigadores en Formación. Universidad de Córdoba, España. 01/12/2016
- [19] Hernández A. L. A., Arceo O. J. G., Ordaz G. O. O., Hernández C. M., Palomares M. J. M., de la Rosa M. E. y Solís R. R. "Metodologías para la Implementación de Codificadores Convolucionales en FPGA" Academia Journals. PDHTech, LLC, San Antonio, TX, EEUU Vol. 7, No. 3. pp 392-397. ISSN\* 1946-5351 Online. 30/07/2015
- [20] Shaima Husain. (2012) Digitally Addressable Lighting Interface (DALI) Communication. AN1465. Microchip Technology Inc.
- [21] Ordaz G., O. O.; Hernández C. M., Benavides B. J. I. y Arceo O. J. G., Eficiencia del uso de recursos en un FPGA para la descripción de un Procesador Elemental, XII ROPEC INTERNACIONAL – IEEE Centro Occidente, 10/ 2010.
- [22] Xilinx, "Spartan-3 FPGA Data Sheet". Available: <http://www.xilinx.com/support/documentation/spartan-3.htm>
- [23] Digilent, "BASYS2\_Reference Manual," 2010. [Online]. Available: <http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,400,790&Prod=BASYS2>.
- [24] User's Guide iCEblink40-HX1K Evaluation Kit Lattice Semiconductor [http://www.latticesemi.com/en/Products/DevelopmentBoardsAndKits/iCEblink40HX1KEvaluationKit#\\_B9EBEA4D265D4257A689E4558E8FDD1D](http://www.latticesemi.com/en/Products/DevelopmentBoardsAndKits/iCEblink40HX1KEvaluationKit#_B9EBEA4D265D4257A689E4558E8FDD1D)
- [25] User's Guide iCEblink40-LP1K Evaluation Kit Lattice Semiconductor [http://www.latticesemi.com/en/Products/DevelopmentBoardsAndKits/iCEblink40LP1KEvaluationKit#\\_372D5BF10094441481A1B2F9656E10C2](http://www.latticesemi.com/en/Products/DevelopmentBoardsAndKits/iCEblink40LP1KEvaluationKit#_372D5BF10094441481A1B2F9656E10C2)

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Problema del agente viajero (TSP), utilizando el algoritmo ABC de enjambre de Abejas -Una instancia

Nelson Becerra Correa  
Sistematización de Datos  
Facultad Tecnológica  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
nelsonbc19@gmail.com

Edgar Altamirano Carmona  
Unidad de Matemáticas  
Universidad Autónoma de  
Guerrero  
Chilpancingo, México  
edgar@altamirano.biz

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este artículo, se muestra la implementación de una instancia del problema del agente viajero conocido como TSP. Utilizando un algoritmo de abejas. El algoritmo implementado es conocido como ABC, propuesto por Dorigo ver: [4].

La estructura del documento es la siguiente: en la primera sección se definen los conceptos básicos del problema y de el algoritmo. La segunda sección describe en detalle el algoritmo ABC de colonia de abejas, se analizan las fases de abejas ocupadas, abejas observadoras y abejas exploradoras.

La fase tres hace una explicación sobre la forma y las estructuras de dato necesarias para la adaptación del algoritmo de abejas al problema TSP. Se describe el tamaño de la colonia, el límite de abejas exploradoras y la dimensión del problema.

Igualmente se hace un detalle de una instancia de 6 ciudades y se describe paso a paso el desarrollo del algoritmo.

La fase cuarta, detalla los resultados experimentales, como resultado de la implementación del algoritmo en el lenguaje de programación C. Indicando recorrido, fitness y probabilidad de selección.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

En la fase quinta se proponen los trabajos futuros a realizar y como último se presentan las conclusiones del artículo.

### ABSTRACT

In this article, the implementation of an instance of the problem of the traveling agent known as TSP is shown. Using a bee algorithm. The implemented algorithm is known as ABC, proposed by Dorigo see: cite stutzle1999aco.

The structure of the document is as follows: the first section defines the basic concepts of the problem and the algorithm. The second section describes in detail the ABC algorithm of bee colony, the phases of occupied bees, observer bees and explorer bees are analyzed. Phase three explains the form and data structures necessary for the adaptation of the bee algorithm to the TSP problem. The size is described of the colony, the limit of explorer bees and the dimension of the problem. Likewise, a detail of an instance of 6 cities is made and the development of the algorithm is described step by step.

The fourth phase, details the experimental results, as a result of the implementation of the algorithm in the programming language C. Indicating travel, fitness and probability of selection.

In the fifth phase, the future work to be done is proposed and, as a last point, the conclusions of the article are presented.

### Palabras Clave

Algoritmo de Abejas, TSP, Algoritmo enjambres, Algoritmo ABC

### Keywords

Bees Algorithm, TSP, Swarm Algorithm, ABC Algorithm.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Problema agente viajero

El problema del agente viajero TSP por sus siglas en inglés (TSP). Consiste en visitar una serie de nodos (ciudades), de tal manera que se visiten una vez partiendo de una ciudad cualquiera y regresando a ella y que además se minimice la distancia del recorrido.

La cantidad de rutas posibles está dada por  $(n-1)!$ , esto es que si tenemos 7 ciudades el número total de rutas es del orden de  $(7-1)! = 5040$  rutas posibles. Como vemos es un número que crece de forma factorial. Este problema se puede intentar solucionar mediante distintos métodos dentro de los cuales podemos mencionar: Métodos de fuerza bruta, métodos heurísticos tales como ramificación y poda (branch and bound). Igualmente es común enfocar su solución mediante las técnicas de satisfacción de restricciones.

En nuestro caso nosotros enfocaremos la solución mediante los algoritmos de enjambres tales como: algoritmo de hormigas, algoritmos de abejas y algoritmo de luciérnagas. Utilizaremos: ACS (Ant colony system) desarrollado por Marco Dorigo ver [4] y ABC para el enfoque de abejas [1]. En la figura 1, mostramos una instancia del problema TSP.

## Algoritmo ABC Colonia de abejas

ABC distingue tres tipos de abejas, así: Abejas ocupadas o trabajadoras (Employed en inglés), abejas observadoras (Onlooker en inglés) y las abejas exploradoras (scout en inglés). Cada tipo de abeja desarrolla una fase las cuales denominaremos: fase de abejas ocupadas, fase de abejas observadoras y fase de abejas exploradoras (Scout en inglés). Para mayor detalle remitimos a [2]. A continuación, describiremos dichas fases.

### Fase de abejas ocupadas

Una abeja está ocupada si se encuentra en una fuente de alimento, indicando de donde proviene el néctar que deposita en la colmena.

Cada una de las abejas empleadas prueba mejorar la solución utilizando la ecuación 3, Mejorar la fuente significa obtener una mejor solución que la que en el momento es mejor solución.

Si el fitness (valor de la función objetivo), de la solución candidata es mejor (mayor), que la mejor solución conocida hasta el momento. Entonces, la abeja ocupada o empleada memoriza la nueva solución y abandona la anterior fuente de alimento y colocando el contador de abandono de la fuente en cero (0). En caso contrario el contador de abandono de la fuente es incrementado en 1.

### Fase de abejas observadoras

Las abejas observadoras esperan la información de las fuentes de alimentos, que suministran las abejas ocupadas en la colmena.

Las abejas observadoras seleccionan una abeja ocupada y tratan de mejorar la solución mediante la ecuación 4.

Luego que una abeja ocupada es seleccionada la solución de la abeja ocupada se actualiza usando la ecuación 3. Si la nueva solución es mejor que la solución anterior. La solución es reemplazada y el contador de abejas ocupadas es incrementado en 1.

### Fase de abejas exploradoras

En esta fase, el contador de abandono con el máximo valor es seleccionado y este es comparado con el límite.

Si el contador de abandono es mayor que el límite, la abeja ocupada pasa a ser abeja exploradora (scout). Si una abeja exploradora se manifiesta en una iteración, una nueva fuente de alimento es generada por esta utilizando la ecuación 1, luego el contador de abandono es colocado en cero (0) y la abeja exploradora se convierte en una abeja ocupada.

En conclusión, el número de abejas ocupadas y el número de abejas observadoras son iguales. Pero solamente una abeja exploradora interviene en cada iteración.

A continuación, se muestra el pseudocódigo del algoritmo ABC ver 1

$$X_i^j = X_i^{min} + R * (X_j^{max} - X_j^{min}) \quad i = 1, 2, \dots, N \quad \text{and } j = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

Donde,  $X_i^j$  es la  $j$ -ésimo dimensión de la  $i$ -ésimo abeja trabajadora y  $X_j^{max}$  y  $X_j^{min}$  son los valores máximos y mínimos de la  $j$ -ésimo dimensión respectivamente.

R es un número aleatorio entre  $[0, 1]$ . N es el número de abejas trabajadoras y D la dimensión del problema. Después de producir una nueva solución para las abejas trabajadoras el valor del fitness es calculado mediante la ecuación 2

$$fit_i = \begin{cases} \frac{1}{1+fit_i} & if (f_i \geq 0) \\ 1 + abs(f_i) & if (f_i < 0) \end{cases} \quad (2)$$

En donde,  $fit_i$  es el valor fitness de la  $i$ -ésimo abeja trabajadora y  $f_i$  es el valor de la función objetivo especificada por el problema de optimización de la  $i$ -ésimo abeja trabajadora.

$$V_i^j = X_i^j + \phi * (X_i^j - X_k^j), \quad ik \in 1, 2, 3, \dots, N, j \in 1, 2, 3, \dots, D \quad \text{and} \quad (3)$$

Donde,  $V_i^j$  es la  $j$ -ésimo solución de la  $i$ -ésimo solución candidata,  $X_i^j$  es la  $j$ -ésimo dimensión de la  $i$ -ésimo abeja empleada.

$$P_i = \frac{0.9 * fit_i}{fit_{best}} + 0.1 \quad (4)$$

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Donde  $p_i$  es la probabilidad de selección de la  $i$ -ésima abeja ocupada.  $fit_i$  es el valor fitness de la  $i$ -ésima abeja ocupada.  $fit_{best}$  es la mejor solución en la población de abejas ocupadas, y  $N$  es el número de abejas ocupadas.

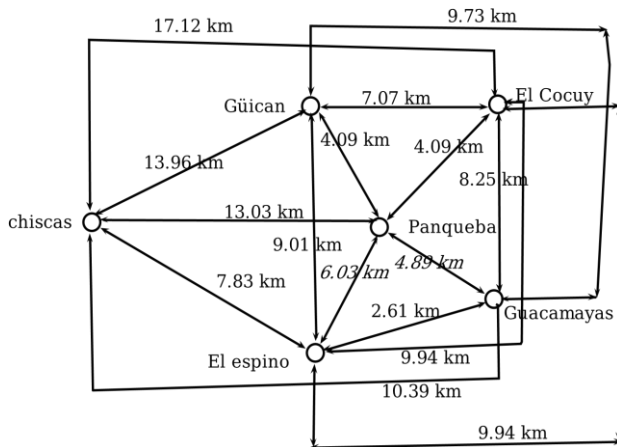


Figura 1. Ciudades y distancias en un problema TSP

## ABC y TSP

Una implementación de este problema está descrita en [3] Nuestros parámetros son:

- 1) Tamaño de la colonia,  $CS = 6$
- 2) Limite abejas exploradoras  $L = (CS * D) / 2$
- 3) Dimensión del problema 2.

**Primero:** Se generan las distancias entre las ciudades utilizando la distancia euclidiana, luego se crea una matriz de  $n \times n$  y previa a la ejecución del programa se guardan sus distancias.

**Segundo:** Generar soluciones de manera aleatoria. Se seleccionan al azar  $N$  posibles soluciones aleatoriamente, una solución es un tour completo. Por ejemplo la ruta a,b,c,a. Que indica que parte de la ciudad a para por b luego a c y termina en a. Se supone que todas las ciudades están interconectadas. Este paso se hace utilizando la siguiente ecuación  $X_{ij} = X_{imin} + rand(0,1) (X_{jmax} - X_{jmin})$  en donde (es un componente del vector de  $D$  dimensiones).

**Tercero:** Las abejas empleadas buscan buenas soluciones en fuentes de comida vecinas y calculan el valor del fitness de la

nueva fuente. Si este valor es mayor que el anterior lo reemplaza. La nueva fuente es buscada empleando la ecuación 3. Esto lo hace para la fuente 1 hasta la  $N$ .

**Cuarto:** Las restantes abejas de acuerdo a una probabilidad  $P_i$  seleccionan una fuente de comida para buscar en su vecindad de acuerdo a la ecuación 4

**Quinto:** Para todas las fuentes de comida, se coloca un criterio de parada. Si este criterio se cumple indica que la comida se agota. En consecuencia, se deben buscar nuevas fuentes, de acuerdo a la ecuación.

## Ejemplo 3.1

Sea un circuito de 5 ciudades: Las cuales denominaremos como Güican, El Cocuy, Panqueba, El Espino, Guacamayas y Chiscas. Por comodidad utilizaremos las siguientes convenciones: Güican (Gu), El Cocuy(Co), El Espino(Ee), Chiscas (Ch), Guacamayas (Gu). Generar soluciones de manera aleatoria: En nuestro ejemplo cada abeja virtual representa una solución.

Las abejas exploradoras (Scout en inglés) buscan aleatoriamente, esperando tener suerte con cierta regularidad las abejas exploran una solución vecina y actualizan si su vecino mejora la fuente de alimento.

Por ejemplo en el caso de nuestro circuito una abeja puede representar el camino [Gu,Co,Pa,Ee,Ch,Gu], un vecino puede ser [Co,Gu,Pa,Gu,Ch,Ee], en el cual hay 2 ciudades intercambiadas. Las soluciones aleatorias se muestran en la tabla 2 Las fuentes de alimentos iniciales están representadas en la tabla 9

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Distancias	Guican	El Cocuy	Panqueba	El Espino	Guacamayas	Chiscas
Guican	0	7.07	4.09	9.01	9.73	13.96
El Cocuy	7.07	0	4.09	9.94	8.25	17.12
Panqueba	4.09	4.09	0	6.03	4.89	13.03
El Espino	9.01	9.94	6.03	0	2.61	7.83
Guacamayas	9.73	8.25	4.89	2.61	0	10.39
Chiscas	1396	17.12	13.03	7.83	10.39	0

Tabla 1. Heurística entre pueblos

Abeja 1. Guican	El cocuy	Panqueba	El espino	Chiscas	Guacamayas
Abeja 2. El cocuy	Guican	Panqueba	Guacamayas	Chiscas	El Espino
Abeja 3. Panqueba	El cocuy	Guican	Guacamayas	El espino	Chiscas
Abeja 4. El espino	Panqueba	El cocuy	Guican	Chiscas	Guacamayas
Abeja 5. Guacamayas	El Espino	Panqueba	El Cocuy	Chiscas	Guican
Abeja 6. Chiscas	Guican	El Cocuy	Panqueba	Guacamayas	El Espino

Tabla 2. Primer Ciclos, Tours Seleccionados

Fuente	Ciclo	fit (distancia)
Abeja 1.	[Gu,Co,Pa,Ee,Ch,Gu]	35,41
Abeja 2.	[Co,Gu,Pa,Gu,Ch,Ee]	34,27
Abeja 3.	[Pa,Co,Gu,Gu,Ee,Ch]	31,33
Abeja 4.	[Ee,Pa,Co,Gu,Ch,Gu]	44,52
Abeja 5.	[Gu,Ee,Pa,Co,Ch,Gu]	50,21
Abeja 6.	[Ch,Gu,Co,Pa,Gu,Ee]	32,62

Tabla 3. Distancia del Ciclo

Fuente	Ciclo	fit (distancia)	Fitness $(1/(1+f(i)))$
Abeja 1.	[Gu,Co,Pa,Ee,Ch,Gu]	35,41	0,02746498215
Abeja 2.	[Co,G]	34,27	0,02835270768
Abeja 3.	[Pa,Co,G]	31,33	0,03093102382
Abeja 4.	[Ee,Pa,Co,G]	44,52	0,03093102382
Abeja 5.	[Gu,Ee,Pa,Co,Ch,G]	50,21	0,01952743605
Abeja 6.	[Ch,Gu,Co,Pa,Gu,Ee]	32,62	0,02974419988

Tabla 4. Fitness del Ciclo



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Soluciones candidatas de acuerdo a  $V_{i,j} = X_{i,j} + \theta * (X_{i,j} - X_{k,j})$  ver tabla 6

Se reemplazan las soluciones por las que tengan mejor fitness. En nuestro ejemplo la abeja 1 es remplazada por su respectiva candidata la cual mejora el fitness, tal como se muestra en la tabla 6

En el caso de las abejas 4 y 5 cuyas candidatas no mejoran el fitness, no son tenidas en cuenta y aumentamos su respectivo contador.

En consecuencia, nuestra tabla queda de la siguiente manera: ver tabla 6.

**Inicia paso de las abejas observadoras:** Comenzamos con la abeja observadora 1. Para seleccionar la fuente de alimento a la cual deberá ir, comparamos un numero aleatorio ente [0 - 1], con la probabilidad acumulada.

En aquella columna que se cumpla que el valor

$$P_i$$

acumulado, sea mayor que la nueva fuente. Esta sera la fuente seleccionada.

En nuestro ejemplo utilizaremos los siguientes parámetros: valor para seleccionar fuente Nafuente = 0,7201, k=1, j=1,

$$0,7904389677 > 0,7201$$

En consecuencia, i es será la vecina 2.

Termino seguido se reemplazan las soluciones por las que tengan mejoras fitness. Así, la abeja 1 se sustituye por su vecina 1. De esta manera se continua el proceso.

## Observadora 1:

La abeja observadora 1, selecciona la fuente de comida 2 (vecina 2.) ver tabla 9

[Co, Gu, Pa, Ch, Gu, Ee]. Se escoge un candidato que denominamos vecino 2.1 [Ee, Gu, Pa,Ch,Gu,Co]

Dicha candidata tiene un fitness igual a 44,569847, calculando el fitness 0,0210703751 vemos que no se mejora la solución, puesto que

$$0,0261848651 > 0,0210703751$$

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Prototipo de un sistema de reconocimiento facial para ingreso a la biblioteca de la UFPSO

Alveiro Rosado Gómez  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña, Vía Acolsure  
sede Algodonal  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
aarosadog@ufpso.edu.co

Jeimmy Carolina Uribe  
Lozano  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña,  
Vía Acolsure sede Algodonal  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
jcuribel@ufpso.edu.co

María Fernanda García Torres  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña,  
Vía Acolsure sede Algodonal  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
mfgarciat@ufpso.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Gracias a los avances tecnológicos en la actualidad, áreas como el reconocimiento facial han recibido un gran impulso, debido a que este campo tiene muchas aplicaciones en la vida cotidiana. La forma más común de identificación de las personas son sus rostros ya que es un rasgo muy característico de los individuos y que se puede distinguir a simple vista. Desde los comienzos de la inteligencia artificial, el reconocimiento de señales y patrones ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones, gracias a su grado de complejidad. Para realizar el proceso de reconocimiento facial es pertinente la localización de una o varias caras que comprenden una imagen, se deben analizar las características faciales del individuo o los individuos y comparar la cara con otras almacenadas anteriormente en una base de datos.

Con el presente trabajo se pretende estudiar y diseñar un prototipo de un sistema automático de reconocimiento facial para gestionar el ingreso a la biblioteca Argemiro Bayona

Portillo de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña. Inicialmente se describe un análisis de las técnicas de reconocimiento facial más utilizadas en los últimos años. Posteriormente basados en el análisis se selecciona la técnica de Análisis de Componentes Principales, considerando que tiene probablemente el mejor compromiso entre complejidad, rapidez de ejecución y resultados, durante el proceso de reconocimiento.

### ABSTRACT

Thanks to the technological advances currently, areas such as facial recognition have received a great boost, because this field has many applications in everyday life. The most common form of identification of people are their faces and that is a very characteristic feature of individuals and that can be distinguished with the naked eye. Since the beginnings of artificial intelligence, recognition in this field has been studied due to its importance and interests.

To perform the facial recognition process it is necessary to locate one or several faces that comprise an image, the facial characteristics of the individual or individuals must be analyzed and the face compared with others previously stored in a database.

In this work an automatic face recognition system is designed and studied to manage the admission with a sample of students, teachers and administrative staff at the Argemiro Bayona Portillo library of the Francisco de Paula Santander branch school in Ocaña. Initially, a study of facial recognition techniques most used in recent years will be carried out. Following this analysis, one of the analyzed techniques will be

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

selected for later implementation in MatLab in a system capable of detecting and recognizing faces of individuals previously introduced in the system. In this case, the Principal Components Analysis (PCA) technique will be launched.

## Palabras claves

Reconocimiento de patrones, Reconocimiento facial, Eigenfaces, PCA.

## Keywords

Recognition of patterns, Facial recognition, Eigenfaces, PCA.

## INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años, el reconocimiento de patrones se ha convertido en uno de los objetos de estudio más importantes en el campo de la biometría; esto ha contribuido con el desarrollo de aplicaciones en esta área. En consecuencia, son varias las soluciones desarrolladas en la identificación de vigilancia y control de personas en el sector comercial e industrial.

El reconocimiento facial (RF) implica emular el proceso cognitivo que realiza un ser humano al reconocer a sus pares. Aunque existen trabajos en el campo de la psicofísica y la neurociencia, aún no se sabe con certeza cómo funcionan estos procesos internamente en el cerebro humano[1].

El proceso de reconocimiento facial involucra etapas de: adquisición de imágenes, pre procesamiento, segmentación, representación y/o descripción de características y reconocimiento y/o interpretación. Cada uno de estos problemas son objeto de investigaciones, dando origen a diferentes técnicas para resolver cada situación. Con el fin de abordar la extracción de características, es pertinente considerar descriptores geométricos los cuales permiten realizar una extracción basada en características de bajo nivel como arcos, esquinas o líneas de la imagen, que se caracterizan por una serie de medidas o atributos (grado de curvatura, longitud del arco, perímetro, longitud, área, centroide, etc.). A pesar de que son más simples y de que algunos

de estos no son invariantes a escala, traslación y orientación, son ampliamente usados [2].

Otro método de adquisición de imágenes son los descriptores de textura, los cuales analizan aspectos que pueden ser evaluados cualitativamente como finos o suaves, gruesos, rizado o rugoso, alineado o regular; es una propiedad de todas las superficies, por ejemplo: los granos en la madera o la trama de un tejido textil. Además de eso contienen información importante acerca de la colocación estructural de la superficie y su relación con el entorno. Aunque es muy fácil para el observador humano reconocer la textura y describirla en términos empíricos, este concepto no posee una definición [3].

Durante la selección de características se contemplan técnicas como el análisis de componentes principales (PCA), proveniente del análisis exploratorio de datos cuyo objetivo es la síntesis de información, a través de la reducción de dimensión o el número de variables implicadas. Ante una tabla de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número de

variables transformadas perdiendo la menor cantidad de información posible [4, p. 82].

El discriminante de Fisher (LDA) es otra alternativa, es un método supervisado para clasificar datos, la idea central de LDA es obtener una proyección de los datos en un espacio de menor (o incluso igual) dimensión que los datos entrantes, con el fin de que la separabilidad de las clases sea la mayor posible. Es una técnica supervisada debido a que para buscar esa proyección se debe entrenar el sistema con patrones etiquetados [5, p. 17].

Para llevar a cabo la clasificación de características se examinan las redes neuronales artificiales, las cuales son redes que tratan de interactuar del mismo modo en que lo hace el sistema nervioso biológico; las neuronas individuales usualmente adaptables son organizadas en forma jerárquica y se interconectan masivamente en paralelo. En la actualidad se ha incrementado el uso de las RNA, debido a que presentan un gran número de características similares a las del cerebro. No se ha logrado, sin embargo, diseñar una red neuronal que realice procesos tales como la adquisición, el almacenamiento, la representación y el análisis de datos sensoriales, como lo hacen de manera cotidiana las redes neuronales biológicas [6, p. 60].

Partiendo de lo expuesto anteriormente se pretende abordar el área de reconocimiento facial. Así mismo se espera como resultado un producto basado en actividades de desarrollo tecnológico e innovación, específicamente un software fruto de un proyecto de investigación de reconocimiento facial con el propósito de mejorar la gestión de ingreso del personal docente, estudiantil y administrativo de la UFPSO, en la biblioteca Argemiro Bayona Portillo.

## OBJETIVOS

En ese sentido la presente investigación está enfocada en diseñar un sistema de reconocimiento facial para optimizar la gestión de ingreso de estudiantes, docentes y administrativos a la biblioteca Argemiro Bayona Portillo de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña.

Para lo cual se conceptualizan conocimientos referentes a las diferentes técnicas de reconocimiento de patrones, con el propósito de realizar la selección del método apropiado para el desarrollo del sistema. Así mismo, se formaliza el conocimiento en base a la técnica o método de inteligencia computacional elegido. Por otra parte, se plantea un prototipo del sistema de reconocimiento facial, basado en las técnicas anteriormente establecidas.

En los últimos años, la tecnología ha avanzado a gran escala, el desarrollo de nuevo Hardware y Software para sistemas ha experimentado un gran impulso, tal es el caso de los sistemas de reconocimiento por huella dactilar, voz, iris y facial. Entre estos, destaca por perfilarse como el más prometedor el reconocimiento facial [7].

El creciente interés en el reconocimiento facial y los sistemas biométricos, lo podemos ver reflejado de 3 maneras distintas:

En primer lugar, se puede ver en la comunidad científica donde por ejemplo se pasó de la publicación de unos 140 artículos en 2007, relacionados con el reconocimiento y diferentes



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

herramientas para llevarlo a cabo, a través de publicaciones en diferentes organismos como el IEEE, a unos 180 en 2008, incluyendo conferencias como el "IEEE internacional Conference on automatic face and gesture recognition" [7, p. 7].

En segundo lugar, se puede observar en el aumento en el número de soluciones comerciales y el crecimiento de este mercado. Ejemplo de ello son los sistemas basados en el reconocimiento para identificación civil/criminal y los sistemas de video vigilancia desarrollados por empresas como Cognitec, Eyematic, Viisaje e Identix. Desde el punto de vista económico, los beneficios asociados a la industria dedicada al reconocimiento facial crecieron de 50 millones de dólares en 2003 a 802 millones en 2008 y se espera que abarque un 17% del mercado dedicado a sistemas biométricos [7, p. 7].

En tercer y último lugar, se ve reflejado este aumento en la industria del reconocimiento facial desde el punto de vista de los clientes, los cuales cada vez más solicitan productos funcionales basados en esta tecnología [7, p. 7].

Uno de los referentes más actuales, corresponde a FACES (Faces, Art, and Computerized Evaluation Systems), un software de reconocimiento facial, puesto en marcha por investigadores de la Universidad de California en Riverside, Estados Unidos; el objetivo principal del proyecto es establecer la identidad de sujetos no identificados que aparecen en reconocidas obras de arte, utilizando la tecnología de reconocimiento facial más avanzada, para, en última instancia, enriquecer la comprensión de la historia política, social y religiosa europea[8].

Así mismo, en Japón un grupo de estudiantes de la Universidad de Keio, Japón diseñaron un sistema de reconocimiento facial para actuar como un Avatar, utilizaron una tecnología de reconocimiento facial y de gestos de bajo costo que sólo utiliza una computadora estándar y una webcam para identificar avatares. El software utiliza un algoritmo que se actualiza de acuerdo con los movimientos de la cara, con un nivel de precisión y actualización impresionantes [9].

Por su parte, Google lanzó una API (un conjunto de funciones) de desarrolladores que permite reconocer imágenes, llamada Google Visión API, es un servicio de reconocimiento de imágenes, la cual forma parte de la plataforma de Google en la Nube (Google Cloud) y permite llevar el reconocimiento de fotos a cualquier aplicación. Lo que hace esta herramienta básicamente es aprovechar la inteligencia artificial de análisis de imágenes, para ponerla al servicio de los desarrolladores. Todo de una forma similar a la que se ve en aplicaciones como Google Photos [10].

La API Visión de Google Cloud permite que los desarrolladores comprendan el contenido de una imagen mediante el encapsulado de potentes modelos de aprendizaje automático en una API REST fácil de usar. La API clasifica imágenes rápidamente en miles de categorías (por ejemplo, "barco de vela", "león" o "torre Eiffel"), detecta objetos y caras individuales dentro de las imágenes, además de buscar y leer palabras impresas en ellas. Puedes crear metadatos en tu catálogo de imágenes, moderar el contenido ofensivo o habilitar nuevas situaciones de marketing mediante el análisis de sentimientos en imágenes.

Tienes la posibilidad de analizar las imágenes cargadas en la solicitud o integrarlas en tu sistema de almacenamiento de imágenes de Google Cloud Storage [10].

Actualmente, Facebook ha implementado el reconocimiento facial con el objetivo de hacer aún más rápida y automática la tarea de subir o publicar imágenes y la identificación de las personas que están en ellas a la hora de añadir sus etiquetas. Facebook utiliza una tecnología que identifica automáticamente las caras en las fotos recién cargadas de los usuarios al compararlas con anteriores imágenes que ya se han etiquetado. Y, posteriormente, los usuarios pueden elegir eliminar las etiquetas que los identifica en las fotos de otras personas en la red social. Con el reconocimiento facial, se agrupará las caras similares y se sugerirá un nombre de entre sus amigos de la aplicación [10].

## METODOLOGÍA

### *Metodología general de los sistemas basados en conocimiento*

Para la construcción del modelo se seleccionó la metodología general de sistemas basados en conocimiento de Rolstón, una metodología adecuada del área. Este define que un Sistema Experto (SE), es básicamente un programa de computadora basado en conocimientos y raciocinio que lleva a cabo tareas que generalmente sólo realiza un experto humano; es decir, es un programa que imita el comportamiento humano en el sentido de la utilización de la información que le es proporcionada para poder dar una opinión sobre un tema en especial.

Se puede decir que los Sistemas Expertos son el primer resultado operacional de la Inteligencia artificial, pues logran resolver problemas a través del conocimiento y raciocinio de igual forma que lo hace el experto humano [11]. Para ello se implementa una base de conocimientos producida por un usuario experto en el dominio, los ingenieros del conocimiento, que son diferentes a los programadores de la interfaz o del propio motor de inferencias. [12, p. 2]. En la base de conocimiento del sistema desarrollado se incluye conocimiento de expertos en reconocimiento de patrones e inteligencia artificial; además conocimiento de no expertos como los autores del presente proyecto.

### *Técnica de representación del conocimiento*

En reconocimiento facial el sistema resuelve problemas utilizando una representación simbólica del conocimiento humano. Gracias a su representación del conocimiento y la capacidad de razonamiento se pudo resolver problemas para los que no existe un modelo matemático adecuado o su solución es muy compleja.

La técnica de representación utilizada fue las reglas de producción. En cuanto a métodos de inferencia se empleó encadenamiento hacia atrás para los sistemas de producción; apoyados por una búsqueda en profundidad.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Herramientas

Una de las herramientas para el desarrollo de reglas de producción es MATLAB un lenguaje de alto desempeño diseñado para realizar cálculos técnicos. MATLAB integra el cálculo, la visualización y la programación en un ambiente fácil de utilizar donde los problemas y las soluciones se expresan en una notación matemática. MATLAB es un sistema interactivo cuyo elemento básico de datos es el arreglo que no requiere de dimensionamiento previo. Esto permite resolver muchos problemas computacionales, específicamente aquellos que involucren vectores y matrices, en un tiempo mucho menor al requerido para escribir un programa en un lenguaje escalar no interactivo tal como C o Fortran [13, p. 4]

MATLAB se utiliza ampliamente en:

- Cálculos numéricos
- Desarrollo de algoritmos
- Modelado, simulación y prueba de prototipos
- Análisis de datos, exploración y visualización
- Graficación de datos con fines científicos o de ingeniería
- Desarrollo de aplicaciones que requieran de una interfaz gráfica de usuario (GUI, Graphical User Interface).

En el ámbito académico y de investigación, es la herramienta estándar para los cursos introductorios y avanzados de matemáticas, ingeniería e investigación. En la industria MATLAB es la herramienta usada para el análisis, investigación y desarrollo de nuevos productos tecnológicos. La ventaja principal de MATLAB es el uso de familias de comandos de áreas específicas llamadas toolboxes. Lo más importante para los usuarios de MATLAB es que los toolboxes le permiten aprender y aplicar la teoría. Los toolboxes son grupos de comandos de MATLAB (archivos M) que extienden el ambiente de MATLAB para resolver problemas de áreas específicas de la ciencia e ingeniería. Por ejemplo, existen toolboxes para las áreas de Procesamiento Digital de Señales, Sistemas de Control, Redes Neuronales, Lógica Difusa, Wavelets, etc [13, p. 4].

## Áreas de inteligencia artificial

Dentro de las áreas de inteligencia artificial existentes, la visión y el reconocimiento de patrones es una de las más importantes para el desarrollo del proyecto, la visión artificial permite reducir el problema de la imagen a ciertas formas geométricas, a partir de ellas podemos analizar el problema e intentar comprender ciertos aspectos, principalmente esto se realiza mediante el reconocimiento de patrones. Es una disciplina dependiente de la inteligencia artificial, ya que nos permite, a partir de unos datos la adquisición de conocimientos, además los sistemas de reconocimiento de patrones suelen incorporar un método de aprendizaje. Es importante resaltar la necesidad de introducir un método de evaluación para analizar dicho algoritmo.

No obstante, el aprendizaje de máquinas es otra disciplina que juega un rol fundamental, su principal objetivo del Aprendizaje

de Máquina es el desarrollo de sistemas que puedan cambiar su comportamiento de manera autónoma basada en su experiencia. En este proyecto fue relevante el aprendizaje de máquinas pues ofrece algunas de las técnicas más efectivas para el descubrimiento de conocimiento (patrones) en grandes volúmenes de datos.

## Arquitectura del sistema

La arquitectura implementada en el desarrollo del sistema de reconocimiento facial es la arquitectura general de los sistemas basados en conocimiento la cual involucra el motor de inferencias, la base de conocimiento (conocimiento estático sobre el dominio, a largo plazo), la memoria de trabajo (conocimiento dinámico sobre el razonamiento actual, a corto plazo), la interfaz de usuario con un sistema de entrada/salida, un editor del conocimiento, y el generador de explicaciones. Esta arquitectura se ve representada por el siguiente esquema [12].

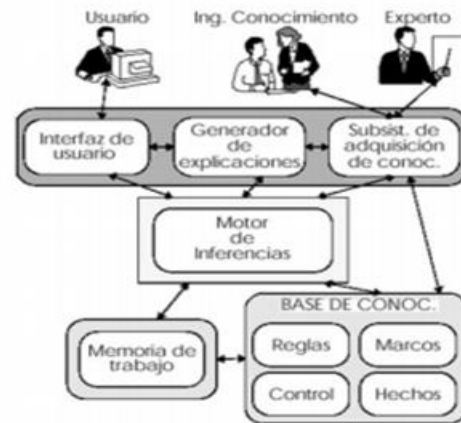


Figura 12. Arquitectura general de SBC [12].

## RESULTADOS

### Conceptualización

Durante la fase de conceptualización se lograron identificar las técnicas de reconocimiento de patrones más representativas y los beneficios otorgados por cada una de las técnicas contempladas en este proyecto. Como podemos observar las técnicas más relevantes son: (véase tabla 1.)

Tabla 5. Técnicas más representativas del reconocimiento de patrones

Técnicas
----------

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

---

Características geométricas  
Características de textura  
Normalización de características  
PCA  
LDA  
Búsqueda completa y exhaustiva  
Búsqueda secuencial hacia adelante  
Búsqueda secuencial hacia atrás  
Vecino más cercano  
Clasificador de Bayes  
Redes neuronales  
Clasificador lineal  
Árbol binario de decisión  
Support Vector Machines  
Agrupamiento Particional  
Agrupamiento Jerárquico  
Vecino más cercano  
Clasificador de Bayes  
Redes neuronales  
Clasificador lineal

---

A nivel específico encontramos, que las características de textura son un método muy utilizado debido a que están presentes en todas las imágenes, ya que es una fuente valiosa de información para el análisis y comprensión de dicha imagen. Se utiliza principalmente en segmentación, identificación de objetos o regiones de interés y obtención de forma [14].

Dentro de los beneficios encontramos que permite cuantificar el contenido de textura de la imagen y además de eso proporciona una medida de propiedades que aportan información útil para el reconocimiento de patrones.

Así mismo, la normalización de características es otra técnica representativa que consiste en situar las características sobre una escala de valores equivalentes que permita la comparación de atributos que toman valores en dominios o rangos diferentes. En efecto, si no hay normalización previa, las comparaciones tienden a quedar sesgadas por la influencia de los atributos con valores más altos o más bajos, hecho que distorsiona el resultado. Bien sea en tareas de clasificación o en tareas de regresión se hace imprescindible la normalización de los valores. Además de esto permite comparar atributos con rangos diferentes, mejorar la generalización y contribuir con el rápido aprendizaje [4].

PCA o Análisis de componentes principales, es una técnica proveniente del análisis exploratorio de datos cuyo objetivo es la síntesis de información, esto es, la reducción de la dimensión o el número de variables implicadas. Ante una tabla de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número de variables transformadas perdiendo la menor cantidad de información posible[4].

Algunos de los aspectos más importantes de este método son la reducción de dimensión del problema lo cual ofrece un mayor rendimiento, eficacia y rapidez en la extracción de características.

LDA o Linear Discriminant Analysis es una técnica de aprendizaje supervisado para clasificar datos, su idea central es obtener una proyección de los datos en un espacio de menor (o incluso igual) dimensión que los datos entrantes, con el fin de que la separabilidad de las clases sea la mayor posible [5, p. 17].

Entre sus ventajas se encuentra la reducción de la dimensión del problema, contempla la discriminación entre las clases del problema y el vector discriminante ofrece una indicación de que variables tienen más poder discriminante.

Redes neuronales es tal vez la técnica de reconocimiento de patrones más popular de todas, en esta técnica son utilizadas redes que tratan de interactuar del mismo modo en que lo hace el sistema nervioso biológico, poseen la capacidad de cambiar constantemente para adaptarse a nuevas condiciones, son sistemas dinámicos auto adaptables. Esta técnica permite la solución de una gran variedad de problemas, puede seguir llevando a cabo su función aun cuando parte de la red haya sido destruida. Así mismo, puede ser usada en sistemas de tiempo real, puesto que la implementación de la red se realiza en paralelo. Actualmente las RNA se aplican en la medicina, industria, comercio, biología, milicia, entre otros. Existen diversos tipos de redes neuronales y, depende del problema al que se deba dar solución, se selecciona el tipo de red más apropiado [6, p. 61].

## Formalización

Tras haber llevado a cabo la fase de conceptualización, es necesario decidir qué técnica va a desarrollarse. Se decide implementar una de las técnicas de reconocimiento más usadas, como es el caso de PCA, que aplicada al ámbito del reconocimiento facial es también conocida como Eigenfaces. Una de las razones es que este tipo de sistemas tiene probablemente el mejor compromiso entre complejidad, rapidez de ejecución y resultados.

El primer paso para comprender los sistemas de reconocimiento basados en Eigenfaces es conocer la filosofía que se oculta detrás de PCA, que se utiliza para generarlas y que permite un mejor entendimiento de la representación de las imágenes de caras mediante Eigenfaces.

En el campo de aplicación de un sistema de reconocimiento facial la técnica PCA para reducir la dimensión de las imágenes a través de la extracción de sus rasgos más importantes. Las imágenes

corresponden a las diferentes vistas generadas a partir de la rotación de un objeto 3D conocido [15, p. 27]

Turk & Pentland (1991) desarrollaron esta técnica con el objetivo de reconocer rostros en una imagen. La idea consiste en caracterizar a cada imagen mediante el resultado de su proyección sobre un espacio de rasgos. Los vectores

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

generadores de este espacio, que ellos denominaron Eigenfaces por su aplicación a rostros, son las componentes principales de un conjunto de imágenes conocido [15, p. 34].

Las componentes principales, utilizadas como rasgos, retienen la mayor cantidad de variabilidad del conjunto de imágenes, es decir, revelan la información importante para distinguir distintos rostros. De esta forma, para reconocer una nueva imagen alcanza con comparar sus coeficientes de proyección con una base de imágenes codificadas, almacenada previamente [15, p. 34].

En lenguaje de teoría de la información, la estrategia consiste en extraer la información relevante de una imagen, codificarla de la forma más eficiente y utilizar esta codificación para comparar con imágenes previamente almacenadas según la misma codificación. Matemáticamente, se busca encontrar las componentes principales de una distribución de imágenes, es decir, los auto vectores de la matriz de covarianza del conjunto, tratando a cada imagen como un punto en un espacio de muy alta dimensión. Los auto vectores luego son ordenados de acuerdo con el grado de variación en cada dirección [15, p. 35].

Cada nueva imagen puede representarse exactamente como una combinación lineal de todos los rasgos. Asimismo, cada imagen puede representarse aproximadamente como una combinación lineal del subconjunto de rasgos que presentan los mayores autos valores [15, p. 35]

Este algoritmo de reconocimiento involucra los siguientes pasos:

- Captura, toma o carga de imágenes para la base de datos con una cantidad de “ $M$ ” imágenes. Para el proceso de captura o carga de las imágenes en el banco de datos, el software cuenta con una opción de registro de usuarios, en la cual el mismo podrá decidir entre subir una foto desde el ordenador o tomarla en tiempo real, para realizar este proceso se carga una imagen a través de la interfaz de registro.
- Reducción de dimensión o tamaño de las imágenes ( $n \times m$ ). La implementación del algoritmo inicia con la redimensión del tamaño de las imágenes almacenadas en la carpeta banco, posterior a esto modificamos el tamaño de las imágenes originales a un tamaño de [64 x 48], luego se listan y se leen todas las imágenes de la carpeta banco con formato “JPG”.
- Transformación de las imágenes originales a escala de grises.
- Definición de la matriz  $x_{ij}$ , de todos los rostros ( $n \times m$ )  $\times M$  Una vez definida la matriz de covarianza, se traspasan las imágenes a un vector propio y se almacenan.
- Calculo del promedio de imágenes  $\mu = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_j$ .
- Normalización de las imágenes a través de la eliminación del promedio de cada una de las imágenes  $A = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_j - \mu$ .

- Calculo de la matriz de covarianza  $C = \frac{1}{M} A \cdot A^T = \sum_{j=1}^M (x_j - \mu)(x_j - \mu)^T$ .
- Calculo de los vectores propios de la matriz de covarianza  $C$ , teniendo en cuenta los más significativos, debido a que los de menor valor no se toman a consideración.
- Determinar la distancia Euclidiana de la imagen de prueba con cada imagen de la base de datos, la imagen seleccionada es la que tiene la menor distancia euclidiana.
- Visualización de la imagen con nombre de la persona reconocida y Score.

## Construcción

Una vez formalizado el conocimiento, se inicia la construcción de un prototipo base, para el cual se selecciona el entorno de desarrollo MatLab esta es una de las aplicaciones que permite abordar la codificación de diferentes técnicas de inteligencia artificial como lo es el caso del algoritmo a implementar, EigenFaces.

Para este prototipo base, la información básica del personal estudiantil, docente y administrativo de la UFPSO, se almacenará en el gestor de base de datos PostgreSQL y para el proceso de detección se hace uso de un algoritmo propio de la herramienta de programación MatLab, junto con algunas variaciones para cumplir con los requisitos del contexto de aplicación de dicho sistema, en este caso la biblioteca Argemiro Bayona Portillo de la UFPSO. El propósito de este sistema es lograr encontrar un rostro conocido dado un rostro desconocido, que incluya las mismas características.

Ahora bien, existen dos formas de operar:

- Verificación o autenticación de rostros: Compara una imagen de la cara de una persona con otra imagen a la cual se le quiere hacer coincidir. El software aceptará si las imágenes coinciden o las rechazará de lo contrario [16].
- Identificación o reconocimiento: Realiza la comparación de una imagen de una persona desconocida con las imágenes previamente almacenadas en la base de datos para dar con la identidad de la persona [16].

Basados en lo anterior se puede observar que la forma de operación seleccionada es la identificación o reconocimiento, además de esto, es importante comprender que las fases llevadas a cabo en el desarrollo del sistema de reconocimiento facial interactúan constantemente con la base del conocimiento, la cual contiene las imágenes de prueba para identificar a una persona, esto se ve reflejado en el siguiente diagrama:



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 13. Diagrama de funcionamiento del sistema de RF

Una vez definido el modo de operación, el primer paso para llevar a cabo el proceso de detección de una persona es necesario contar con una imagen previamente tomada, esta imagen sufre una serie de transformaciones en la fase de extracción de características, a través de las cuales se inician los cálculos de coincidencia de patrones con las imágenes almacenadas en la base de datos.

Durante la etapa de adquisición de la imagen es necesario contar con un conjunto de imágenes de características como: diferentes posiciones o perfiles de la toma, distintas condiciones de iluminación y expresiones faciales mínimas y máximas. Estas imágenes podrán capturarse directamente a través de la interfaz de registro del sistema de RF o con la opción de carga de una imagen previamente capturada.

Cargada la imagen, la detección de rostros encuentra los patrones o características más importantes de ella, sin embargo, este proceso para una computadora es difícil de realizar, debido a que el proceso de detección no es tan simple en relación con el del ser humano, a pesar de ello este sigue siendo el propósito principal de un sistema de RF. Para llevar a cabo el proceso de detección se deben calcular las Eigenfaces para lograr identificar el rostro dentro de una persona, este proceso funciona de la siguiente manera:

## Calculo de eigenfaces

Una vez se han pre-procesado todas las imágenes, el siguiente paso es calcular los auto vectores que formarán la base ortonormal del nuevo subespacio, las llamadas Eigenfaces. Como se ha explicado en las secciones anteriores, para extraer las eigenfaces se aplica el análisis de componentes principales o PCA, teniendo en cuenta que es un método óptimo de reducción de dimensión de la imagen para representarla como un conjunto de vectores, en otras palabras, PCA descompone una imagen en vectores en el espacio, basándose en los siguientes pasos:

- Captura, toma o carga de imágenes para la base de datos con una cantidad de “ $M$ ” imágenes. Para el

proceso de captura o carga de las imágenes en el banco de datos, el software cuenta con una opción de registro de usuarios, en la cual el mismo podrá decidir entre subir una foto desde el ordenador o tomarla en tiempo real.

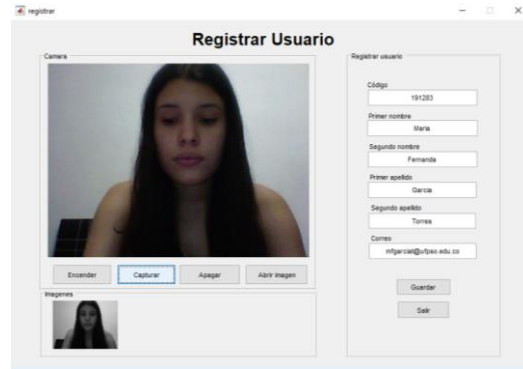


Figura 14. Interfaz de registro del usuario

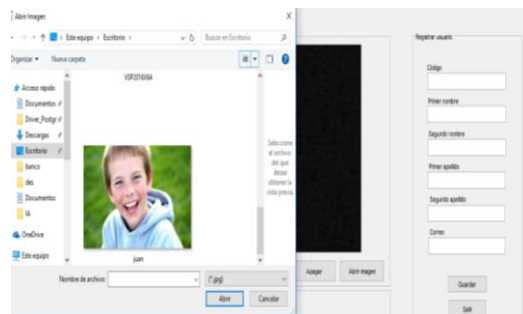


Figura 15. Cargar imagen desde el equipo para el registro del usuario

Una vez registrado el usuario, este ya podrá iniciar su verificación de ingreso en el sistema a través de la interfaz principal que permite capturar el rostro de la persona en tiempo real.

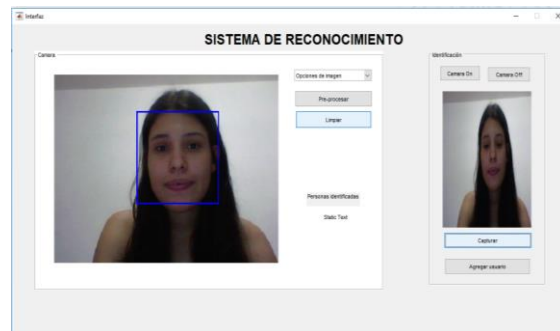


Figura 16. Interfaz principal del sistema RF

- Reducción de dimensión o tamaño de las imágenes ( $n \times m$ ). La implementación del algoritmo inicia con la redimensión del tamaño de las imágenes almacenadas



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

en la carpeta banco, posterior a esto modificamos el tamaño de las imágenes originales a un tamaño de [64 x 48], luego se listan y se leen todas las imágenes de la carpeta banco con formato “JPG”.

```
##### INICIA EL ALGORITMO DE PCA
##### Modificamos el tamaño de la imágenes a escala de grises

input_dir= 'C:\Users\saanda\Documents\MATLAB\Reconocimiento\banco'; %Ingresamos a directorio Banco.
image_dimensiones= [64 , 48]; % Se establece las medidas de la imagen (64x48).
filenames=dir(fullfile(input_dir, '*.jpg')); %Listamos y leemos las imágenes que hay en el banco de datos,
% solo las imágenes con formato
%*JPG* y genera un archivo específico.
```

Figura 17. Reducción de dimensión código

- Transformación de las imágenes originales a escala de grises.
- Definición de la matriz  $X_{ij}$  de todos los rostros ( $n \times m$ )  $x M$ . Una vez definida la matriz de covarianza, se traspasan las imágenes a un vector propio y se almacenan.

```
%ELEMENTOS DE UNA MATRIZ- DEFINICIÓN DE LA MATRIZ
num_images=length(filenames)% Retorna el numero de elementos en una matriz
images=[]; %Crea una matriz vacia

%LA MATRIZ DE LA IMAGEN SE PASA A UN VECTOR
for n=1:num_images %para cada imagen que este en la carpeta
    filename=fullfile(input_dir,filenames(n).name); %se selecciona la imagen
    img1=imread(filename); % Se lee la imagen
    img1=im2double(img1); %Doble precision resescalar los datos
    img=imresize(img1,[64 48]); %NaN ; retorna una imagen que escala veces el tamaño de recorte
    img=img(:,:,1);

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

    if n==1
        images=zeros(prod(image_dimensiones),num_images); % Se establece el vector que contendra los valores
    end
    images(:,n)=img(:); %Se guarda en un vector la imagen correspondiente
end
```

Figura 18. Definición de C, código.

- Calculo del promedio de imágenes  $\mu = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i$ .

```
%hallamos el promedio de las imagenes++++++
mean_face=mean(images,2); % Obtiene media o promedio de los vectores
rep= repmat(mean_face,1,num_images); %Devuelve un vector de N copias
```

Figura 19. Promedio de imágenes código

- Normalización de las imágenes a través de la eliminación del promedio de cada una de las imágenes  $A = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i - \mu$ .

```
%Normalizamos-----
normalizar=images-rep; %Sustrae la informacion mas importante, transferencia de imagen
```

Figura 20. Normalización de imágenes

- Calculo de la matriz de covarianza  $C = \frac{1}{M} A \cdot A^T = \sum_{i=1}^M (x_i - \mu)(x_i - \mu)^T$ .

```
%Hallamos la matriz de covarianza-----
%Calculamos los vectores propios de la matriz de covarianza
[vector, score, evals]=princomp(images); %Calcula los eigenvalues, score puntuacion de componentes p
num_eigenvectors=30; %Se limita a 30 el numero de los eigenvalues
evec=vector(:,1:num_eigenvectors);

features=evec'*normalizar; %Se proyectan las imagenes dentro
% de un subespacio para generar (Vectores caracteristicos) matriz de
% media 0
input_work=imread('area_trabajo.jpg'); %
input_work=imresize(input_work,[64, 48]); % Redimensiona el area de trabajo a utilizar
input_work=im2double(input_work); %Realiza la comparacion

%Calcula la similaridad de la entrada con cada una de las imagenes de la
%carpeta, en base a la distancia euclidiana inversa

feature_vec=evec'*input_work(:)-mean_face; % Vector caracteristico
similarity_score=arrayfun(@(n)1/(norm(features(:,n)-feature_vec)),1:num_images); %similitud score, aplico
%encuentra la imagen con mayor similitud
[match_score,match_ix]=max(similarity_score); %devuelve los elementos más grandes de la matriz
similarity_score=100
match_score=100
```

Figura 21. Matriz de covarianza

- Calculo de los vectores propios de la matriz de covarianza C, teniendo en cuenta los más significativos, debido a que los de menor valor no se toman a consideración.

```
feature_vec=evec'*input_work(:)-mean_face; % Vector caracteristico
similarity_score=arrayfun(@(n)1/(norm(features(:,n)-feature_vec)),1:num_images); %
%encuentra la imagen con mayor similitud
[match_score,match_ix]=max(similarity_score); %devuelve los elementos más grandes d
similarity_score=100
match_score=100
```

Figura 22. Vectores propios

- Determinar la distancia Euclidiana de la imagen de prueba con cada imagen de la base de datos, la imagen seleccionada es la que tiene la menor distancia euclidiana.
- Visualización de la imagen con nombre de la persona reconocida y Score.

## Proyección sobre EigenFaces

Las eigenfaces forman un conjunto orto-normal. Por lo tanto, para hallar la proyección de una imagen sobre ellas basta con realizar el producto escalar de la imagen sobre cada una de las eigenfaces. De esta forma se consigue proyectar en el nuevo subespacio los rostros tanto de las imágenes pre-procesadas, obteniendo así los coeficientes de dichas imágenes sobre la nueva base. Por otra parte, evita que dos vectores con la misma dirección, pero distintas longitudes parezcan distintas, se normalizarán antes de ser proyectados.

Finalizada la extracción de características se llega a la última fase de identificación, cuyo objetivo es determinar qué imagen del banco de datos más parecida a la imagen de prueba o área de trabajo, a partir de sus representaciones mediante las eigenfaces (sus proyecciones). En esta fase se analiza la distancia entre la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

proyección de la imagen de prueba donde se quiere hacer el reconocimiento y las correspondientes a las imágenes de entrenamiento. Se busca pues, la proyección de las imágenes de entrenamiento que más cerca esté de la de la imagen de prueba. Esta proyección se corresponderá con la persona que más similitud presente con la muestra analizada.

Una vez determinada la imagen con la que coincide la imagen de prueba, se realiza la búsqueda en la base de datos, para posteriormente proporcionar su visualización.



Figura 23. Identificación de la persona

Para evaluar el funcionamiento del sistema se decidió registrar 10 individuos (Estudiantes) con 1 imagen para cada uno, haciendo un total de 10 imágenes. Todas las imágenes de prueba fueron tomadas bajo un fondo claro lo más homogéneo posible con los usuarios en una posición frontal, pero con una cierta tolerancia para algún movimiento lateral.

Considerando que existen dos bases de datos, una de prueba que almacena las imágenes preparadas para el reconocimiento y otra base de datos propia que almacena las imágenes de registro iniciales de la persona; con la base de datos que mejor se puede evaluar el funcionamiento es con la propia, debido a que son imágenes cotidianas, no preparadas para el reconocimiento facial a través de las cuales el proceso de extracción de rasgos es más sencillo.

Como resultado del experimento encontramos que solo un 30% de las personas obtuvieron un resultado exitoso durante el reconocimiento, el comportamiento observado por el sistema indica que cuantas más personas se registran, más complejo es el funcionamiento del algoritmo de reconocimiento.

## CONCLUSIONES

El reconocimiento de patrones ha dejado gran impacto en los últimos tiempos, gracias a los avances tecnológicos se ha podido profundizar en esta área. Dentro del desarrollo de este proyecto ha sido vital estudiar a fondo la definición, estructura, técnicas, clasificaciones y otros componentes del reconocimiento de patrones que permiten cumplir con los objetivos propuestos. A causa de su estructura compuesta por cuatro fases, las cuales son adquisición de datos, pre procesamiento, extracción de características y toma de decisiones, realiza un procesamiento de información que da solución a un amplio grupo de problemas a través de técnicas. Dentro de este grupo de problemas mencionados anteriormente tenemos la selección, utilizada para

describir las herramientas y las técnicas disponibles; la extracción de características busca encontrar una manera óptima de representar la información original que describe a cada uno de los patrones; la clasificación es una forma de aprendizaje, no razona para deducir un resultado o tomar decisiones y el clustering tarea conocida también como clasificación no supervisada de patrones. La unión de los componentes del reconocimiento de patrones permite determinar y asignar a qué clase pertenece un objeto de una población específica, siendo estos relevantes para realizar dicho proceso.

Con el propósito de brindar almacenamiento al sistema de reconocimiento facial se seleccionó el gestor de base de datos POSTGRESQL, considerando que es el administrador de bases de datos más avanzado de código libre. Esto para obtener unos resultados competitivos y poner a prueba los algoritmos implementados. Por otra parte, PCA es una técnica que requiere un entrenamiento previo del sistema y es muy importante el número de imágenes utilizadas, aun siendo estas ligeramente diferentes a las que se usan para el reconocimiento o con mucha variedad de individuos, de esto depende mucho su eficiencia. Para su desarrollo se seleccionaron todos los componentes de esta, componentes apropiados para un buen funcionamiento y mejores resultados. De lo anterior se concluye que el algoritmo requiere un número de componentes diferente para obtener su mejor rendimiento.

Una característica fundamental de cualquier sistema de visión artificial, además de la precisión, es su robustez. Para analizar este aspecto, las imágenes de entrada fueron alteradas progresivamente, utilizando distintos tipos de ruido. Se encontró un efecto negativo si el ruido es completamente aleatorio. Esto contribuye a la técnica de codificación PCA. Por el contrario, si todas las imágenes se corrompen en los mismos píxeles, modelando defectos en el sensor de la cámara, el sistema presenta un rendimiento sorprendentemente robusto, incluso con altos niveles de ruido. Por otra parte, una vez validado el sistema a través de una serie de pruebas, se verificó el correcto funcionamiento de los bloques implementados con sus respectivas interconexiones entre interfaces.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en primer lugar a Dios, por guiarnos en el camino correcto y por suplir cada una de nuestras necesidades. Así mismo a todas aquellas personas que aportaron para el desarrollo de este proyecto, agradecemos todas sus ayudas, sus palabras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación. Mostramos una sincera gratitud a nuestro director Alveiro Rosado, quien fue un pilar fundamental para que se pudiera llevar a cabo cada etapa del trabajo. Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a nuestras familias, quienes fueron nuestra mayor motivación, muchas gracias por su apoyo y sobre todo por su amor.

## REFERENCIAS

# CICOM 2018

8º Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [1] W. Zhao, R. Chellapa, P. J. Phillips y A. Rosenfeld, Face Recognition: A Literature Survey, vol. 35, ACM Computing Surveys, 2003, pp. 399-458.
- [2] J. F. Guerrero Martinez, «Sistemas de análisis,» 2011. [En línea]. Available: [https://www.uv.es/IB\\_T8\\_OCW%20-%20clasificadores.pdf](https://www.uv.es/IB_T8_OCW%20-%20clasificadores.pdf). [Último acceso: 2 Mayo 2018].
- [3] R. M. Haralick, K. Shanmugam y H. Dinstein, Textural features for image classification. System, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1973.
- [4] J. A. Vega Sánchez y S. Dormido Canto, «Selección de características para el reconocimiento de patrones con datos de alta dimensionalidad en fusión nuclear,» 2015. [En línea]. Available: <http://www-fusion.ciemat.es/PhDThesis/Pereira.pdf>. [Último acceso: 25 Abril 2018].
- [5] A. Climent y M. Guillem, «Algoritmo de reconocimiento de patrones basado en codificación fisiológica en cerebro de primates,» 03 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/92671/CASTEL%20-%20Algoritmo%20de%20reconocimiento%20de%20patrones%20basado%20en%20codificaci%C3%B3n%20fisiol%C3%B3gica%20en%20cerebro%20de....pdf?sequence=1>.
- [6] J. R. Valvert Gamboa y G. Sánchez Barrios, «Biblioteca USAC,» Junio 2006. [En línea]. Available: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0310\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0310_CS.pdf).
- [7] R. G. Hernandez y J. R. Morros Rubio, «Universidad Politecnica de Catalunya,» Mayo 2010. [En línea]. Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9782/PFC\\_RogerGimeno.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9782/PFC_RogerGimeno.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [8] J. V. Martinez Perez y J. Linares Pellicer, «3ciencias,» 19 Junio 2012. [En línea]. Available: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2012/06/4.Sistemas-de-reconocimiento-facial.pdf>.
- [9] SLTecnologia, «Tecnologia,» 2010. [En línea]. Available: <http://sltecnologia.wikispaces.com>.
- [10] Español, «Android Libre: Google Visión API,» 2016. [En línea]. Available: <https://elandroidelibre.lespanol.com>.
- [11] D. Rolston, Principios de inteligencia Artificial y sistemas expertos, Mexico: McGraw Hill, 1993.
- [12] J. Villena Roman, R. Crespo Garcia, Garcia Rueda y Jesus, «Universidad Carlos III de Madrid,» 2018. [En línea]. Available: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-telematica/inteligencia-en-redes-de-comunicaciones/material-de-clase-1/03-sistemas-basados-en-conocimiento>.
- [13] M. C. J. J. E. Elizondo, «Matlab e Interfaces Gráficas,» Noviembre 2002. [En línea]. Available: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/matlab\\_seminar/docs/Matlab6xConatec.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/matlab_seminar/docs/Matlab6xConatec.pdf). [Último acceso: 10 Junio 2018].
- [14] R. M. Pickett, B. S. Lipkin y A. Rosenfeld, Visual analysis of texture in the detection and recognition of objects., Picture Processing and Psychopictorics, 1970.
- [15] F. J. Carnevale, G. Mato y D. Dellavale, «Universidad Nacional de Cuyo,» Septiembre 2010. [En línea]. Available: <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/215/1/1Carnevale.pdf>.
- [16] D. E. E. Olguín, P. I. J. Guillen, C. C. Figueroa y R. Mellado, Junio 2015. [En línea]. Available: [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-1000/UCD1453\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-1000/UCD1453_01.pdf). [Último acceso: 10 Junio 2018].
- [17] S. Domínguez Pavón y R. Martín Clemente, «Universidad de Sevilla,» 2017. [En línea]. Available: [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91426/fichero/TFG\\_SARA\\_DOMINGUEZ\\_PAVON.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91426/fichero/TFG_SARA_DOMINGUEZ_PAVON.pdf).
- [18] M. C. J. J. E. Elizondo, Noviembre 2002. [En línea]. Available: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/matlab\\_seminar/docs/Matlab6xConatec.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/matlab_seminar/docs/Matlab6xConatec.pdf). [Último acceso: 14 Junio 2018].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Prototipo ontológico en apoyo al enfoque en el área de desarrollo de la carrera profesional Ingeniería de Sistemas

Alveiro Rosado Gómez  
Magister en Gestión Aplicación y  
Desarrollo de Software  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña, Vía Acolsure sede  
Algodonal,  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
aarosadog@ufpso.edu.co

Vanessa Numa Picón  
Estudiante de ingeniería de sistemas  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña, Vía Acolsure sede  
Algodonal,  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
vnumap@ufpso.edu.co

Alejandra Machado Lobo  
Estudiante de ingeniería de sistemas  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña, Vía Acolsure sede  
Algodonal,  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
amachadol@ufpso.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Hoy en día la selección del área de desempeño profesional para la carrera de Ingeniería de Sistemas es una difícil decisión para los futuros graduados que no tienen claridad sobre sus competencias y aptitudes necesarias para ejercer un puesto laboral, pues hay gran variedad de enfoques que han sido basados en áreas de conocimiento por parte de las instituciones de educación superior. El proyecto tiene como propósito la creación de un prototipo ontológico que apoye la orientación vocacional de los estudiantes de ingeniería de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, permitiendo el enfoque en el (las) área (s) de desarrollo de la carrera profesional.

### ABSTRACT

Nowadays, the selection of the professional performance area for the Systems Engineering degree is a difficult decision for future graduates who have not clarity about their competences and aptitudes necessary to exercise a job position, since there are a great variety of approaches that have been based on areas of

knowledge on the part of higher education institutions. The purpose of the project is to create an ontological prototype that supports the vocational orientation of the Systems Engineering students at the Francisco de Paula University in the Ocaña section, allowing the focus in the area (s) of the professional career

### Palabras clave

Ontología, Área de desempeño profesional, Área de conocimiento, Orientación vocacional.

### Keywords

Ontology, Professional performance area, Knowledge area, Vocational guidance.

### INTRODUCCIÓN

[1] Define al ingeniero de sistemas como un profesional integral, capaz de crear propuestas innovadoras basado en principios éticos que ayuden a transformar el entorno en el que vive, apoyado en la tecnología, la comunidad y los procesos. Todo lo anterior con el fin de formar profesionales competitivos en Ingeniería, Ciencias de la Computación, Ingeniería de Software e Infraestructura de Tecnologías de Información (TI) que responda a los retos tecnológicos acordes con la nueva sociedad de la información y del conocimiento.

Durante la última década, las ontologías han ocupado un lugar importante en la Ingeniería del conocimiento, ya que éstas pueden ser utilizadas para organizar el saber en dominios específicos. La ontología es una antigua disciplina que, en sentido filosófico, se define como un esquema específico de categorías que refleja una visión específica del mundo. Desde el punto de vista informático ontologías son teorías que especifican un vocabulario relativo a un cierto dominio. Este vocabulario

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

define entidades, clases, propiedades, predicados, funciones y las relaciones entre estos componentes [2]

Aprovechando las ventajas de las ontologías, se pretende desarrollar un proyecto que contribuya al mejoramiento de la calidad de la Institución de Educación Superior, cooperando al desarrollo del conocimiento en los estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO), pues desde muy temprano, adoptarán qué asignaturas deben potencializar durante el estudio de la carrera, basándose en el área que en las que desean desempeñarse, esperando con lo anterior crear estrategias pedagógicas junto con la alma mater, a través de ponencias a los estudiantes, brindándoles información que permita dominar el prototipo ontológico, aprovechando su uso para definir de manera clara las áreas de trabajo en que se puedan potencializar, comportándose como focos estratégicos para la disminución de deserción, con resultados perdurables y sostenibles en el tiempo. En este proyecto se podrá encontrar la conceptualización que se requiere para su diseño, para ello es necesario el manejo de artefactos que serán clasificados en tareas, con el fin de cumplir los objetivos, el diseño de una ontología, para los estudiantes de ingeniería de sistemas de la UFPSO.

### OBJETIVOS

En virtud de ello la investigación a desarrollar se basa en el diseño de una ontología que permita apoyar la orientación en el área de desarrollo profesional de los estudiantes de Ingeniería de sistemas propuesto por la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, estableciendo conceptos que permita afianzar las bases de conocimiento que brinda la institución de educación superior. Lo anterior, apoyando en la metodología methontology capaz de identificar procesos de desarrollo de la ontología.

Para la estructuración de la ontología se llevará a cabo una serie de tareas, integrando diferentes conceptos para su formalización, de esta forma permite alinear las fases que brinda la institución y focalizar las orientaciones vocacionales que poseen los estudiantes de la Institución de Educación Superior.

### *Situación problemática*

La UFPSO busca incidir de manera efectiva en el desarrollo integral y el mejoramiento continuo de todos sus procesos académicos, cumpliendo con las condiciones de calidad para ofertar sus programas y de esta forma instruir profesionales idóneos al servicio de la comunidad [3]. Para ello se ve la necesidad de reforzar las competencias en los estudiantes del alma mater basados en áreas específicas que puedan fortalecer el programa acorde a los lineamientos tecnológicos de la actualidad. En su mayoría, los estudiantes se dedican a cumplir con requisitos generales, sin tener en consideración las áreas de desarrollo que se están ofertando, lo que ocasiona deficiencias de competencias. De acuerdo con [4], “el cargo con mayor demanda es el de Ingeniero de Desarrollo, que representa el 14,3% de las oportunidades, seguido de los cargos de Gerente de Operaciones, Analista de Pruebas, Director de Proyecto y Líder de Desarrollo, con frecuencias que oscilan entre el 8% y el 9,2%

del total. En un nivel intermedio se encuentran los cargos de Director Comercial, Gerente de Desarrollo, Arquitecto de software, líder de Calidad y Analista Especificador, con frecuencias que van del 5% al 7%”, cifras para los años anteriores entre 2016 y 2017. Por otro lado, el Ministerio de Educación Nacional afirma que menos de un tercio de los recién egresados encuentra trabajo en los primeros seis meses. La falta de habilidades empresariales es una de las causas principales [5], pues no hay claridad en las áreas que un estudiante pueda desempeñar, generando temor en los aprendices y poco cumplimiento de los objetivos que se propone la universidad para sus profesionales.

### ESTADO DEL ARTE

La ingeniería de sistemas es una profesión intelectual en la que su esencia es el estudio y análisis de sistemas, la gestión, diseño, estructuración, implantación, control, procesamiento y transporte de la información o del conocimiento, para su utilización en ambientes científicos, industriales, financieros, comerciales, educativos [6]. Por otra parte, no hay un camino definido para la elección de un área de desarrollo profesional que logre enfatizar en las áreas de conocimiento necesarias para el ejercicio adecuado de las funciones requeridas, es por ello que, de acuerdo con la variedad de áreas de desempeño profesional, la UFPSO, ofrece a sus estudiantes énfasis en tres áreas de formación:

- **Sistemas de Información (IS).** Araya y Orero [7], “son herramientas utilizadas por organizaciones para apoyar el desarrollo de sus actividades, sean éstas de corto, mediano o largo plazo”. En la referencia [8] se explica que, “es el conjunto de recursos humanos y materiales a través de los cuales se recolectan, almacenan, recuperan, procesan y comunican datos e información con el objetivo de lograr una gestión eficiente de las operaciones de una organización”. Los IS, pueden verse como un recurso para las organizaciones en el logro de sus propósitos y en la implementación para los procesos llevados a cabo.
- **Ingeniería de Software (SE).** La SE, permite elaborar productos correctos utilizables y costo-efectivos, aplicando los principios de la ciencia de la computación, logrando soluciones eficaces en costo y económica. De acuerdo con la definición brindada por [8], “La Ingeniería de Software es un enfoque sistemático del desarrollo, operación, mantenimiento y retiro del software”.
- **Infraestructura de Tecnologías de Información (TI),** es el complemento de la perspectiva dada por un IS. Está enfocada en la infraestructura tecnológica más que en la información que esto conlleva. Los especialistas en TI, seleccionan los productos software y hardware apropiados para la organización, integrándolos a las necesidades que esta tiene y manteniéndolas para dar soporte a sus usuarios.

Cada una de las tres áreas mencionadas, está basada en una serie de áreas de conocimiento o asignaturas que la UFPSO ofrece a sus estudiantes, de acuerdo a los requisitos del Ministerio de Educación. Considerando el perfil de egreso de los estudiantes, se definen las áreas de desempeño laboral de acuerdo a los



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

estándares internacionales asociados con las áreas de formación que ofrece la UFPSO. Estas áreas son:

- Asesor consultor para el desarrollo de proyectos de Sistemas de Información (IS), Ingeniería de Software (SE) e Infraestructura de TI.
- Construcción de soluciones de TI para las organizaciones.
- Gerencia de proyectos de TI.
- Infraestructura y seguridad.

## METODOLOGÍA

El programa de ingeniería de sistemas, tiene 167 créditos académicos (cada crédito corresponde a 48 horas), también cuenta con un total de 440 estudiantes matriculados y 225 egresados. Tanto los estudiantes actuales como los egresados, toman cursos que fomentan cada una de las áreas de formación. Como se muestra en la tabla 1, las temáticas que integran estas áreas tienen un promedio de 25 créditos.

Tabla 6. Áreas de formación

Área	Créditos
Sistemas de Información	27
Ingeniería de Software	24
Infraestructura de Tecnologías de Información	25

La tabla 2, muestra como es la distribución de la sumatoria de los créditos que tienen asignado cada uno de los cursos que forma el área de desempeño.

Tabla 7. Áreas de desempeño

Área	Créditos
Asesor consultor para el desarrollo de proyectos (IS, SE y TI)	51
Construcción de soluciones de TI para las organizaciones	37
Gerencia de proyectos de TI	11
Infraestructura y seguridad	30

La distribución de los créditos, contenido en los cursos agrupados en cada una de las áreas, sugieren con relación al área de formación que están equilibrados y para el área de desempeño, una representación mayor en el ejercicio de la profesión como asesor; esta información, sirve de insumo para la estructuración de las reglas que pueden aplicar a este objeto de estudio.

Para construir un proyecto de software confiable se hizo uso de una metodología llamada *Methontology*, siguiendo cada uno de los procesos requeridos, actividades y técnicas para su desarrollo. Se escogió *Methontology* por diferentes razones como la proposición de una descripción ajustada de cada

actividad a realizar, la identificación del proceso de desarrollo de la ontología, la proposición de un ciclo de vida de la ontología basado en prototipos evolutivos que permiten agregar, cambiar y remover términos en cada nueva versión [9], así mismo por ser la metodología recomendada para la construcción de Ontologías por la Fundación para los Agentes Físicos Inteligentes (FIPA) para funcionar con otros productos o sistemas existentes o futuros basados en agentes. Además de ello, *Methontology* proporciona un marco que permite la identificación del proceso de desarrollo de la ontología, donde las actividades principales son identificadas y la misma metodología que especifica los pasos a seguir, las técnicas, los productos de salida y cómo estos deben ser evaluados. Basados en lo anterior, se tuvo claridad sobre área en la que se desarrolla el proyecto, haciendo referencia a un Sistema Basado en Conocimiento (S.B.C), que surge como una evolución de los paradigmas de programación a lo largo de la historia de la informática, en la cual se define el conocimiento y el sistema lo integra en la aplicación, para resolver determinados problemas. Para ello, fue necesario el uso de una técnica que permitiera la representación del conocimiento como lo es la Lógica Descriptiva (DL), permitiendo su fin a partir de un dominio de aplicación de forma estructurada y formal, basada en una lógica semántica que a través de unos elementos centrales del alfabeto del lenguaje se pudiesen conocer los conceptos, nombres de rol e individuos. Esta técnica fue útil para que posteriormente mediante la herramienta Protégé, sistema de adquisición del conocimiento, se representará el estudio previamente estructurado en las fases planteadas por *Methontology*.

Por otra parte, se tuvo en cuenta la arquitectura basada en la web semántica por ser la ontología la base de esta, teniendo presente cada uno de los elementos que hacen parte de la arquitectura: (1) nivel de recursos, (2) nivel sintáctico, (3) XML + NS + XMLSchema, (4) nivel de descripción de recursos, (5) nivel de ontologías, (6) nivel de lógica, (7) nivel de pruebas, (8) nivel de confianza y (5) firma digital, los cuales ayudan a identificar los recursos web, solucionar problemas de definición de lenguajes de etiquetados, precisar las reglas de inferencia, realizar pruebas escritas en el lenguaje unificador, así como al entendimiento entre los agentes a través de la capa más técnica de la web semántica, a la expresión de las diferentes ideas y a extender la funcionalidad de la web semántica.

## RESULTADOS

Para la creación del prototipo ontológico que, de soporte a la orientación vocacional, se implementó la metodología *Methontology*, así mismo se ejecutaron las fases de la metodología propuesta que permitiera conducir al objetivo planteado. Las fases desarrolladas fueron: (1) Conceptualización, (2) Formalización y (3) Prototipo ontológico.

Considerando lo anterior, se detalla cada una de las etapas implementadas:

- Conceptualización: Modelo abstracto de un fenómeno, que puede ser visto como un conjunto de reglas informales que restringen su estructura. Por lo general se expresa como un conjunto de conceptos (entidades,

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

atributos, procesos), sus definiciones e interrelaciones [10]. Es la etapa en la cual se estructuraron los conocimientos, utilizando representaciones basadas en notaciones tabulares y gráficas.

- Formalización: Representación del conocimiento de modo estandarizado.
- Prototipo ontológico: construcción de un modelo computable en un lenguaje de ontologías.

Para la etapa de conceptualización fue necesario realizar diferentes tipos de actividades también llamadas tareas, con el fin de estructurar el conocimiento. Algunas de las tareas relevantes fueron [11]:

- Glosario de términos: construcción de una tabla con los términos relevantes del dominio como conceptos, instancias, atributos, etc.
- Construcción de una taxonomía de conceptos: elaboración de una taxonomía que defina la jerarquía entre los conceptos.
- Construcción del diagrama de relaciones binarias: establece las relaciones entre los conceptos de una o más taxonomías de conceptos.
- Construcción del diagrama de conceptos: se establece cuáles son las propiedades y las relaciones que describen cada concepto de la taxonomía en un diccionario de conceptos. Las relaciones que se especifican para cada concepto con las que tienen por dominio el concepto.
- Descripción de las relaciones binarias: se describe detalladamente las relaciones binarias incluidas en el diccionario de conceptos.
- Descripción de atributos de instancia: se detallan todos los atributos de instancia ya incluidos en el diccionario de conceptos.
- Descripción de atributos de clase: se describe detalladamente todos los atributos de clases incluidos en el diccionario de conceptos.
- Definición de reglas: Se identifican cuáles son las reglas necesarias en la ontología. Estas reglas expresadas son de tipo *If – Then*, se representó mediante éstas el conocimiento adquirido sobre las áreas de conocimiento, de formación y desempeño profesional ofrecidas por la UFPSO. En la Tabla 3, se incluye un ejemplo de la representación de una regla para el área de desempeño profesional Gerencia de proyectos de TI.

Tabla 8. Regla para el campo de acción Gerencia de proyectos de TI

<b>Nombre de la regla</b>	Regla del área de trabajo Gerencia de proyectos de TI
<b>Descripción</b>	Los especialistas en IS tienen una visión rigurosa y pragmática del software, aplicando los principios de la ciencia de la computación,

logrando soluciones eficaces en costo y económica.

If [Area de conocimiento] (?X) and

Materia(?X, ?Y)and

[Area de formacion] (?Y, "IngenieriaSoftware")

Then [Area de desempeño] (?Z, "GerenciaProyectosTI")

Area de conocimiento

Area de formacion

Area de desempeño

## Expresión

## Conceptos

## Atributos afectados

## Relaciones binarias ad-hoc

## Variables

Se\_desarrolla\_en

?X

?Y

?Z

Por otro lado, para la fase de formalización, se estructuró el conocimiento en *Protégé*, herramienta que permitió escribir la ontología en un lenguaje formal que fuera computable. En la Figura 1, podemos observar la clase Ingeniería de sistemas y las clases pertenecientes a Área de Conocimiento están agrupadas en Materia, para Área de desarrollo se encuentran agrupadas en Asesor\_consultor\_desarrollo\_SI\_SE\_TI, Construcción\_de\_soluciones\_de\_TI, Gerencia\_proyectos\_TI, Infraestructura\_y\_seguridad, por último, las clases pertenecientes a Área de formación se encuentran agrupadas en Infraestructura\_TI, Ingeniería\_software y Sistemas\_información.

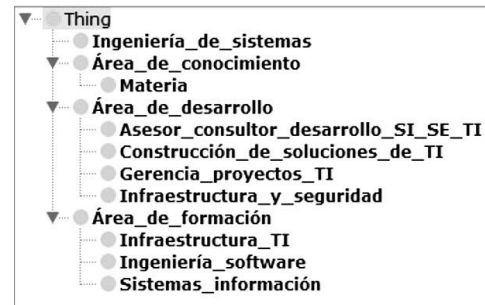


Figura 1. Jerarquía de clases de la ontología

En la Figura 2 se puede visualizar el grafo con las instancias de tipo 'Materia' y a su vez las relaciones que se generaron a partir de los datos incluidos en la ontología a través de *OntoGraf*.

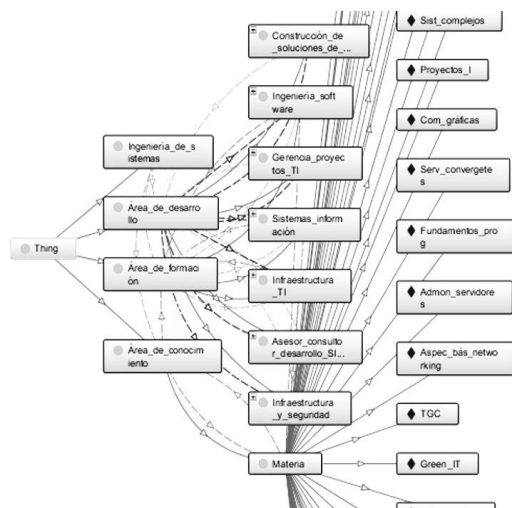


Figura 2. Representación gráfica de la ontología

Considerando lo anterior, se obtuvo una visión amplia de las bases necesarias como las áreas de conocimiento y áreas de formación que deben ser profundizadas por parte de los estudiantes de la carrera en cuestión, dependiendo el área de desarrollo profesional o área de trabajo que deseen ejercer en su futuro como ingenieros de sistemas.

## CONCLUSIONES

La sociedad actual es capaz de comprender qué oportunidades laborales y académicas le son dadas de acuerdo a sus aptitudes y actitudes personales, la orientación profesional no es solo una intervención puntual en algún momento de la vida, es un proceso continuo en el tiempo, que acompaña al individuo en su formación durante toda la vida, de manera que conozca y tome decisiones para construir su propio conocimiento de acuerdo a su vocación. Es por ello la importancia de conceptualizar las áreas profesionales en la cual los estudiantes de ingeniería de sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña pueden desarrollarse, para ello fue necesario el uso de la metodología *Methontology*, permitiendo llevar a cabo cada una de las actividades que plantea, generando así el modelo de la ontología a través de representaciones intermedias gráficas y tabulares fáciles de entender por expertos de dominio que no están involucrados en el campo de la ingeniería ontológica.

Una vez organizado el conocimiento, se obtuvo una serie de tareas que permita comprender fácilmente la ontología, a través de tareas para su fácil implementación.

Con el fin de formalizar la ontología se utilizó la herramienta *Protégé*, empleada para la resolución de problemas y la toma de decisiones en dominios particulares que permitió el diseño de la ontología realizando una descripción semántica de la información. Esta herramienta proporciona las funciones requeridas para establecer las relaciones, clases, instancias y atributos definidos en la primera fase de desarrollo del proyecto.

Para diseñar el prototipo ontológico que permitiera instruir el área de desempeño laboral, se verificó que RDF (Resource Description Framework) posibilitara realizar las consultas, así mismo editar, guardar y ejecutar preguntas a la base de conocimiento, que apoyaran la orientación vocacional de los estudiantes de ingeniería de sistemas de la UFPSO permitiendo el enfoque en el (las) área(s) de desarrollo de la carrera profesional.

## REFERENCIAS

- [1] UFPSO, «Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña,» [En línea]. Available: <https://ufpso.edu.co/ofertaufpso/sistemas/Perfil-Profesional>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [2] J. A. Guzmán Luna, M. López Bonilla y I. D. Torres, «Metodologías y métodos para la construcción de ontologías,» *Scientia et technica*, p. 1, 2012.
- [3] UFPSO, «Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña,» [En línea]. Available: <https://ufpso.edu.co/fin/>. [Último acceso: 13 Junio 2018].
- [4] MINTIC, «Caracterización de la brecha de talento digital en Colombia,» p. 101, 2015.
- [5] Dinero, «¿Por qué a los jóvenes sin experiencia se les dificulta tanto encontrar trabajo?,» *Dinero*, p. 1, 2015.
- [6] S. A. Araya Guzmán y A. Orero Giménez, «Los sistemas de información y su interacción con la dimensión cultural de las organizaciones,» *Revista Ingeniería Industrial*, p. 1, 3 Abril 2004.
- [7] A. Jaime Sisa, «La carrera de ingeniería de sistemas,» *Ingeniería e Investigación*, p. 2, 1992.
- [8] ACM, IEEE, «Estándares para las carreras de ciencias de computación y afines,» [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/gustavoortiz90260403/acm-documento>. [Último acceso: 13 Agosto 2018].
- [9] A. Gómez-Pérez, M. Fernández-López y O. Corcho, *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Madrid: Springer Science & Business Media, 2006.
- [10] M. Uschol y M. Gruninger, «Ontologies: Principles, Methods and Applications,» Febrero 1996. [En línea]. Available: <http://www.aii.ed.ac.uk/publications/documents/1996/96-ker-intro-ontologies.pdf>. [Último acceso: 16 Junio 2018].
- [11] E. Ramos y H. Nuñez, «Ontologías: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones.,» *Lecturas en Ciencias de la Computación*, p. 15, 2007.
- [12] A. R. Grégio Abed, L. G. C. Barbato, L. O. Duarte, A.

# CICOM 2018

*8º Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

Montes, C. Hoepers y K. Steding-Jessen, «Taxonomias de Vulnerabilidades: Situação Atual.» *V Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais*.

[http://personales.upv.es/ccarrasc/doc/2003-2004/Onto\\_WS/OntologiasenlaWebSemantica.htm](http://personales.upv.es/ccarrasc/doc/2003-2004/Onto_WS/OntologiasenlaWebSemantica.htm).  
[Último acceso: 10 Agosto 2018].

[13] J. J. Romero, C. Dafonte, Á. Gómez y F. J. Penousal, *Inteligencia artificial y computación avanzada*, Fundación Alfredo Brañas, 2007.

[15] A. F. Sawsaa, *Ontological Engineering approach of developing Ontology of Information Science*, Anchor Academic Publishing, 2015.

[14] R. Escribano Alcaide, A. García Rodríguez, M. Julia Alcañiz y A. B. Marcos Fernández, «Sistemas de Representación y Procesamiento Automático del Conocimiento: Ontologías en la web semántica.» 17 Mayo 2004. [En línea]. Available:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Revisión de métodos de autenticación y reconstrucción de información alterada en imágenes

Javier Molina García  
Instituto Politécnico Nacional  
Av. Santa Ana No. 1000  
Col. San Francisco Culhuacán  
CP. 04430

jmolinag1001@alumno.ipn.mx

Volodymyr I. Ponomaryov  
Instituto Politécnico Nacional  
Av. Santa Ana No. 1000  
Col. San Francisco Culhuacán  
CP. 04430

vponomar@ipn.mx

Clara Cruz Ramos  
Instituto Politécnico Nacional  
Av. Santa Ana No. 1000  
Col. San Francisco Culhuacán  
CP. 04430

ccruzra@ipn.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Durante los últimos años el desarrollo de nuevas tecnologías de la información ha permitido un incremento en el uso de imágenes, donde estas mismas pueden ser modificadas por personas no autorizadas, trayendo así daños económicos y/o sociales a los elementos involucrados. Para solventar esta problemática han surgido métodos de reconstrucción y autenticación basados en marcas de agua, donde los mejores resultados obtenidos se obtienen mediante métodos de marcado de agua frágil. El presente trabajo muestra una investigación sobre los esquemas de reconstrucción presentados en diversas revistas reconocidas, se explican las principales características de cada método, las cuales definen su desempeño durante el proceso de reconstrucción ante diversas tasas de alteración. Finalmente se exponen los resultados experimentales para cada método donde se emplearon imágenes de prueba, las cuales fueron sometidas a distintos ataques de alteración. Además, se obtuvieron métricas de calidad objetivas para evaluar los resultados obtenidos por cada método.

### ABSTRACT

During the last years, the development of new information technologies has allowed an increase in the use of images, where they can be modified by unauthorized persons, which generates economic and / or social damage to the elements involved. To solve this problem, methods of reconstruction and authentication based on watermarks have emerged, where the best results

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

obtained are obtained through fragile watermarking methods. The present work shows an investigation about the reconstruction schemes presented in several recognized papers, the main characteristics of each method are explained, which define its performance during the reconstruction process in response to various tampering rates. Finally, the experimental results are presented for each method where test images were used, which were subjected to different alteration rates. In addition, objective quality metrics were obtained to evaluate the results obtained by each method.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Computing methodologies:** Artificial intelligence, Computer vision, Computer vision tasks, Visual inspection, Computer vision representations, Image representations, Computer vision problems, Reconstruction.

**Machine learning:** Computer graphics, Image manipulation, Image processing, Image compression.

**Metodologías de computación:** inteligencia artificial, visión artificial, tareas de visión artificial, inspección visual, representaciones de visión por computadora, representaciones de imágenes, problemas de visión por computadora, reconstrucción.

**Aprendizaje automático:** gráficos por computadora, manipulación de imágenes, procesamiento de imágenes, compresión de imágenes.

### Palabras clave

Reconstrucción de información, procesamiento de imágenes, autenticación de contenido, inteligencia artificial, compresión.

### Keywords

Reconstruction of information, image processing, content authentication, artificial intelligence, compression.

### INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento acelerado de las tecnologías de la información, el uso de imágenes digitales se ha extendido a



múltiples aplicaciones, por ejemplo: imágenes médicas, donde el uso de imágenes en formato DICOM ha sido utilizado por sistemas de Diagnostico Asistidos por Computadora [1,2] (CAD, *por sus siglas en inglés*); imágenes de reconocimiento de objetos y/o navegación autónoma, donde se considera el uso de imágenes estereoscópicas para obtener el mapa de disparidad o profundidad de las imágenes analizadas [3,4]; el uso de imágenes convencionales para su aplicación en informática forense, donde estas imágenes fungen como evidencia digital ante el estudio de casos legales [5,6]. Adicionalmente, han surgido herramientas para modificar el contenido de cualquier formato de imagen, estas herramientas tienen la ventaja de ofrecer al usuario final un fácil manejo del software, adicionalmente dificulta la evaluación de la autenticidad de la imagen mediante el Sistema Visual Humano (HVS, *por sus siglas en inglés*) por parte del espectador final. La modificación hecha en las imágenes puede ser con fines maliciosos, dado que la aplicación original para el cual la imagen fue creada podría cambiar, de esta manera podrían verse afectados de manera económica y/o social las personas y/o empresas involucradas.

Los métodos a ciegas de autenticación (detección de alteraciones) y reconstrucción de información alterada en imágenes han sido estudiados durante los últimos años [7-17], donde los mejores resultados han sido los basados en algoritmos de marcas de agua mediante el método de inserción del Bit Menos Significativo (LSB, *por sus siglas en inglés*) [7-14]. Este método de marcado de agua ha sido utilizado principalmente para la detección de alteraciones en imágenes, esto debido a la nula robustez que el algoritmo presenta ante ataques intencionales y no intencionales. Otro método de autenticación y reconstrucción está basado en algoritmos de marcado de agua semi-frágiles [15-17], estos esquemas presentan una baja tasa de reconstrucción.

El desarrollo de estos esquemas consiste en dividir la imagen a proteger en bloques no traslapados de  $n \times n$  píxeles, posteriormente para cada bloque se aplica un método de compresión también llamado método de generación de bits de reconstrucción, los cuales al aplicarse el algoritmo inverso de compresión se deberá de obtener una aproximación al bloque original procesado. Los bits generados por un  $i$ -ésimo bloque son insertados como marca de agua en un  $j$ -ésimo bloque, este proceso se realiza hasta haber marcado todos los bloques de la imagen. De esta manera en caso de que el  $i$ -ésimo bloque de la imagen sea alterado, este podrá ser reconstruido mediante la marca de agua de reconstrucción extraída en el  $j$ -ésimo bloque. El proceso de compresión se mide mediante el total de bits por pixel ( $bpp$ ) generados en la imagen tomando como referencia una imagen en escala de grises, la cual consta de 8 bits. Por otra parte, estos esquemas también realizan la generación de bits de autenticación, donde por cada bloque de la imagen se extraen características específicas, desde 0.25  $bpp$  hasta 0.75  $bpp$  por cada imagen en escala de grises.

Para evaluar la eficiencia de los algoritmos de reconstrucción basados en marcas de agua se utiliza la relación *calidad de la imagen protegida – tasa de reconstrucción*. La calidad de la imagen protegida se refiere a la calidad de la imagen después de insertar las marcas de agua de reconstrucción y autenticación,

para esto se realiza la comparación mediante una métrica de calidad objetiva entre la imagen original (sin proteger) contra la imagen protegida (imagen con marcas de agua). La tasa de reconstrucción se refiere a la capacidad del sistema para recuperar cierto porcentaje de alteraciones sobre la imagen, esta evaluación se realiza mediante la obtención de la calidad de la imagen reconstruida contra la imagen protegida sin alteración. Las métricas más utilizadas para la evaluación de los resultados son la Relación Señal a Ruido Pico (PSNR, *por sus siglas en inglés*) mostrada mediante la ecuación [18,19]:

$$PSNR [dB] = 10 \log_{10}(MAX^2/MSE) \quad (1)$$

donde el valor  $MAX$  corresponde, en el caso de imágenes digitales, al valor máximo que puede tomar un pixel; tomando un pixel representado por 8 bits el valor de  $MAX$  es 255, el valor MSE (Error Cuadrático Medio) se obtiene mediante:

$$MSE = \frac{1}{XY} \sum_{i=0}^{X-1} \sum_{j=0}^{Y-1} [f(i,j) - f'(i,j)]^2 \quad (2)$$

donde  $f$  representa a la imagen original,  $f'$  representa a la imagen modificada,  $i, j$  representan la  $i, j$ -ésima posición de cada imagen y  $X, Y$  representan el tamaño en filas y columnas respectivamente. Y el índice de Similitud Estructural (SSIM, *por sus siglas en inglés*) definida mediante la siguiente ecuación [20]:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (3)$$

donde  $\mu_x$  y  $\sigma_x$  son la media y la varianza de las imágenes  $x$  e  $y$ , respectivamente,  $\sigma_{xy}$  representa la covarianza de  $x$  e  $y$ ,  $C_1 = (k_1L)^2$ ,  $C_2 = (k_2L)^2$  son constantes para estabilizar la división con denominador débil,  $L$  es el rango dinámico del valor del pixel y son constantes definidas como  $k_1 = 0.01$  y  $k_2 = 0.03$ .

## OBJETIVO

Investigar, desarrollar y comparar, mediante el software MatLab, distintos métodos de reconstrucción de información alterada en imágenes, para su futura implementación y/o mejora en aplicaciones reales.

## MÉTODOS DE RECONSTRUCCIÓN

Los esquemas de reconstrucción de información alterada constan generalmente de cuatro etapas: compresión, inserción, extracción y reconstrucción. El esquema general del proceso de reconstrucción es mostrado en la Figura 1, el cual es detallado a continuación.

1. Compresión. Esta etapa consiste en comprimir la imagen digital  $I_h$  obteniéndose una copia ( $W_r$ ) reducida en bits. Adicionalmente se pueden generar bits empleados para autenticación ( $A_w$ ).

2. Inserción. Posteriormente los bits generados, representados por  $Wr$  y  $Aw$ , son empleados para ser insertados como marca de agua dentro de la misma imagen a proteger  $Ih$ , obteniéndose  $Ihw$ .
3. Extracción. En esta etapa, a la imagen marcada  $Ihw$ , la cual es sospechosa de alteración, le es aplicado el algoritmo inverso de marcado de agua, esto con el fin de extraer  $Wr'$  y  $Aw'$ , las cuales representan la información para reconstrucción y autenticación respectivamente.
4. Reconstrucción. Finalmente, se aplica un post-procesamiento a  $Wr'$ ,  $Aw'$  para reconstruir las regiones alteradas en  $Ihw$ , procurando reconstruir las regiones originales que fueron alteradas de  $Ihw$ .

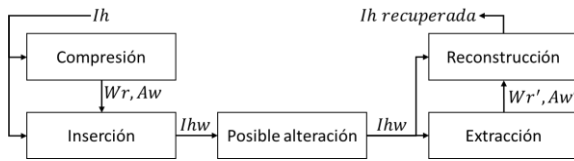


Figura 1. Esquema general de los métodos de reconstrucción de información alterada en imágenes.

Entre los problemas fundamentales de los sistemas de detección y reconstrucción de información alterada en imágenes se encuentra el problema de *coincidencia de manipulación*, el cual se da cuando una región de la imagen es alterada y la ubicación donde se encuentran los bits insertados para reconstruir dicha región también es alterada, de esta manera es imposible reconstruir la región. Como se mencionó anteriormente los esquemas de reconstrucción utilizan bloques no traslapados en la imagen, la probabilidad de que un bloque  $B$  de tamaño  $A \times A$  sea alterado en una imagen  $I$  de tamaño  $N \times M$  filas y columnas respectivamente, está dado por la siguiente ecuación

$$P_{CM} = \left( \frac{A^2 \times T}{N \times M} \right)^n \quad (4)$$

donde  $T$  representa el total de bloques alterados en la imagen y  $n$  representa el total de versiones o copias insertadas de la marca de agua de reconstrucción. De acuerdo a lo anterior, entre mayor sea el número de copias insertadas, menor será la probabilidad de que el problema de *coincidencia de manipulación* ocurra.

Debido a que los esquemas de reconstrucción analizados en el presente artículo emplean un método de marcado de agua frágil (LSB), la clasificación realizada en el presente trabajo para abordar los distintos métodos es mediante la técnica de compresión utilizada. Por otra parte, tomando en consideración que los esquemas frágiles de marcado de agua basados en el método LSB ofrecen una mayor capacidad de inserción a diferencia que los métodos semi-frágiles y robustos, los bits generados durante el proceso de compresión y los bits de autenticación ( $Wr$  y  $Aw$ ) deben ser la mínima cantidad posible, es decir, el total de *bpp* generados debe ser considerablemente bajo, esto con el fin de insertar múltiples copias de los bits de reconstrucción para evitar así el problema de *coincidencia de manipulación*. Los métodos de compresión presentados utilizan un canal de 8 bits de profundidad, en caso de aplicar el esquema en imágenes a color de triplica el total de *bpp* de la marca de agua de reconstrucción, y autenticación.

El primer método de compresión es utilizado por los esquemas [7-9], el cual consiste en dividir la imagen en bloques no traslapados de  $n \times n$  píxeles, posteriormente se obtiene el valor promedio de intensidad del *i-esimo* bloque procesado y se extrae un total de  $k$  Bits Más Significativos (MSB, *por sus siglas en inglés*). Cabe destacar que estos esquemas utilizan un valor  $n=2$  y un valor  $k=5$  MSB, obteniéndose 1.25 *bpp* para la marca de agua de reconstrucción. El proceso inverso consiste en generar el valor promedio del *i-esimo* bloque a reconstruir mediante los bits de reconstrucción, este valor es asignado al bloque completo. El método propuesto el año 2013 en [7] genera los bits de autenticación mediante la operación modulo dos entre los bits de reconstrucción generados por cada bloque, donde se obtiene un total de 0.5 *bpp*, el esquema mostrado en [8], publicado el año 2014, realiza el proceso de generación de bits de autenticación mediante el mismo esquema de compresión por bloques, donde se obtienen 0.75 *bpp*, finalmente, el esquema mostrado en [9], publicado en 2014, emplea la Descomposición en Valores Singulares (SVD, *por sus siglas en inglés*) empleando bloques de  $2 \times 2$  píxeles para la generación de la marca de agua de autenticación.

El segundo esquema de compresión consiste en dividir la imagen en bloques no traslapados de  $2 \times 2$  píxeles, posteriormente se reduce el rango de tonalidades de los píxeles de cada bloque pasando de  $[0, 1, 2, \dots, 255]$  a  $[0, 1, 2, \dots, \epsilon]$  donde  $\epsilon < 255$ , posteriormente se aplica la Transformada Discreta del Coseno (DCT, *por sus siglas en inglés*), donde cada bloque puede ser cuantizado mediante una matriz de cuantización, finalmente por cada bloque DCT se extraen  $n$  bits. El proceso inverso consiste en generar los coeficientes DCT mediante los bits extraídos, en caso de ser necesario se multiplica cada bloque de coeficientes por la matriz de cuantización, se aplica la DCT inversa (IDCT) y finalmente, se escalan los valores de cada bloque desde  $[0, 1, 2, \dots, \epsilon]$  hasta  $[0, 1, 2, \dots, 255]$ ; el uso de este método de generación de bits de reconstrucción obtiene en los métodos donde es implementado 2.5 *bpp*. Este método es empleado por los esquemas [10-12], donde el esquema propuesto por Singh [10] en 2016, escala los valores de cada bloque utilizando  $\epsilon = 15$  y emplea una matriz  $Q = [16, 11; 12, 12]$  para cuantizar cada bloque DCT generado, por cada bloque de  $2 \times 2$  píxeles se extraen 10 bits de reconstrucción los cuales los primeros dos bits se forman mediante el valor absoluto más alto representado por el bloque cuantizado, el tercer bit representa el bit de signo y los últimos dos bits representan la posición del valor extraído, la generación de los siguientes cinco bits representan el siguiente valor absoluto mayor del bloque procesado. Los bits de autenticación se generan mediante operaciones XOR entre los valores de los píxeles del bloque procesado, donde se obtienen 0.5 *bpp*. El esquema mostrado en [11], publicado en el año 2015, escala los valores de cada bloque utilizando  $\epsilon = 7$ , este método no emplea una matriz de cuantización, los 10 bits de reconstrucción generados por cada bloque DCT de  $2 \times 2$  píxeles se obtienen mediante los valores superiores del bloque, donde los primeros cinco bits representan el primer valor en la posición (1,1) y los últimos cinco bits representan el valor en la posición (1,2). El proceso de generación de los bits de autenticación se genera mediante operaciones XOR a los valores MSB de cada bloque

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

de la imagen y mediante la distancia Hamming. Finalmente, el esquema mostrado en [12], publicado en el año 2013, utiliza un factor  $\varepsilon = 15$  y cuantiza el bloque DCT mediante la matriz utilizada mostrada en [10], los bits de reconstrucción se obtienen mediante los valores generados en los bloques cuantizados. Los bits de autenticación se generan aplicando la operación XOR a los MSB de cada bloque de la imagen.

El tercer método de compresión propuesto en [13], publicado en el año 2018, consiste en dividir la imagen en bloques de  $32 \times 32$  píxeles, a cada bloque se le aplica el algoritmo *Set Partitioning In Hierarchical Trees* (SPIHT) para comprimir la imagen con un factor de compresión de  $0.75 \text{ bpp}$ , adicionalmente este esquema genera los bits de autenticación mediante funciones HASH, obteniendo  $0.5 \text{ bpp}$ .

Finalmente, el cuarto esquema mostrado en [14] y publicado en el año 2018, emplea la transformada entera de Wavelet (IWT, *por sus siglas en inglés*) para realizar el proceso de compresión, donde se obtienen  $1.75 \text{ bpp}$ . Primero la imagen es dividida en bloques de  $4 \times 4$  píxeles no traslapados y cada bloque es representado con los valores  $[1, 2, 3, \dots, 32]$ , posteriormente se aplica la IWT a cada bloque y se emplea la siguiente ecuación para generar los bits de reconstrucción

$$r_{5i+j} = \text{mod} \left( \left\lfloor \frac{LL_i}{2^j} \right\rfloor, 2 \right), \quad 0 \leq i \leq 3, 0 \leq j \leq 4 \quad (5)$$

$$r_{20+i} = \begin{cases} 0, & \text{if } LH_i = 0 \\ 1, & \text{otro} \end{cases}, \quad 0 \leq i \leq 3 \quad (6)$$

$$r_{24+i} = \begin{cases} 0, & \text{if } HL_i = 0 \\ 1, & \text{otro} \end{cases}, \quad 0 \leq i \leq 3 \quad (7)$$

donde  $LL_i$ ,  $LH_i$  y  $HL_i$  son los  $i$ -ésimos coeficientes wavelet de cada bloque. El proceso de generación de los bits de autenticación se genera mediante la siguiente ecuación

$$a_i = \begin{cases} 1, & \text{if } p_i \text{ is odd} \\ 0, & \text{otro} \end{cases} \quad (8)$$

donde  $p_i$  representa el total de bits con valor 1 de  $IR_i$ , el cual es generado mediante la siguiente ecuación

$$IR_i = \bigoplus_{j=0}^3 (b_{4i+j} - LL_i), \quad 0 \leq i \leq 3 \quad (9)$$

donde  $b_i$  representa el  $i$ -ésimo pixel del bloque procesado,  $LL_i$  representa el  $i$ -ésimo coeficiente LL wavelet y  $\oplus$  representa la operación XOR, obteniéndose un total de 4 bits de autenticación por cada bloque, esto es,  $0.25 \text{ bpp}$ .

Como se mencionó anteriormente, la probabilidad de que el problema de *coincidencia de manipulación* disminuya está dada por el número de veces en el que los bits de reconstrucción son insertados como marca de agua, adicionalmente se mencionó que los artículos analizados realizan el proceso de inserción mediante el método LSB, la tabla 1 muestra el método de inserción utilizado y el total de veces en el que se inserta la marca de agua de reconstrucción.

Tabla 1. Método de inserción/extracción implementado y número de versiones de la marca de agua de reconstrucción insertadas.

Método	Esquema de inserción	Redundancia de datos
Xiaojun [7]	3-LSB	x2
Dadkhah [8]	2-LSB	x1
Dadkhah [9]	2-LSB	x1
Singh [10]	3-LSB	x1
Singh [11]	3-LSB	x1
Shivani [12]	3-LSB	x1
Fan [13]	2-LSB	x2
Tai [14]	2-LSB	x1

Como se puede observar en tabla 1, los esquemas [8, 9, 14] presentan los métodos de inserción/extracción donde se obtiene la mejor calidad de la imagen marcada, esto debido a que se modifican únicamente 2 LSB durante el proceso de inserción, por otra parte, el esquema mostrado en [13] presenta el mismo esquema de inserción/extracción, donde además este método permite insertar dos versiones de los bits de reconstrucción, por lo tanto se espera un mejor desempeño durante el proceso de reconstrucción a distintas tasas de alteración, la principal desventaja de este método es que el proceso de compresión mediante SPIHT utilizando bloques de  $32 \times 32$  impediría la reconstrucción de un bloque afectado por el problema de *coincidencia de manipulación*, debido al tamaño de los bloques utilizados, la calidad de la imagen reconstruida se vería afectada de manera significativa. Los esquemas mostrados en [7, 10-12] presentan un método de inserción/extracción que obtiene imágenes con una calidad inferior a los métodos mostrados anteriormente, adicionalmente únicamente permiten insertar una sola versión de los bits de reconstrucción, sin embargo, el método mostrado en [7] permite insertar dos versiones de los bits de reconstrucción empleando bloques de  $2 \times 2$  píxeles, lo que se traduce en un mejor desempeño durante la reconstrucción a distintas tasas de alteración.

## RESULTADOS

Durante las pruebas realizadas se utilizaron las imágenes mostradas en la figura 2, las cuales son de tamaño  $512 \times 512$  píxeles, el método de reconstrucción se aplicó a cada canal RGB de la imagen, esto debido a que los métodos del estado del arte aplican el método a cada canal de manera independiente.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 2. Imágenes de prueba utilizadas.

La primera prueba realizada consistió en evaluar la calidad de las imágenes marcadas mediante cada esquema mostrado en [7-14], la tabla 2 muestra la calidad promedio en términos de PSNR [dB] y SSIM para las imágenes después de insertar las marcas de agua de reconstrucción y autenticación.

Tabla 2. Valores PSNR [dB] y SSIM promedio para las imágenes marcadas.

Método	PSNR [dB]	SSIM
Xiaojun [7]	37.86	0.9233
Dadkhah [8]	44.10	0.9791
Dadkhah [9]	44.18	0.9595
Singh [10]	37.68	0.9245
Singh [11]	37.69	0.9375
Shivani [12]	37.88	0.9339
Fan [13]	44.16	0.9639
Tai [14]	44.29	0.9738

Los resultados mostrados en la tabla 2 corroboran los detalles de construcción mostrados en la tabla 1, donde se puede observar que los métodos [8, 9, 13, 14] presentan la mejor calidad objetiva debido al método implementado de inserción (2-LSB) ya que tienden a modificar máximo dos bits por pixel de la imagen, por otra parte, los esquemas mostrados en [7, 10, 11, 12] modifican máximo tres bits por pixel (3-LSB), por lo tanto la calidad de la imagen protegida tiende a ser menor.

La siguiente prueba a evaluar corresponde a la calidad objetiva de las imágenes reconstruidas bajo distintas tasas de alteración. A las imágenes se le aplicaron los ataques mostrados en la figura 3, los cuales consisten en modificar desde el 10% el contenido de la imagen con ruido pseudo-aleatorio hasta el 70% el área total de la imagen. Posteriormente se aplicó el método de reconstrucción propuesto por los esquemas [7-14].

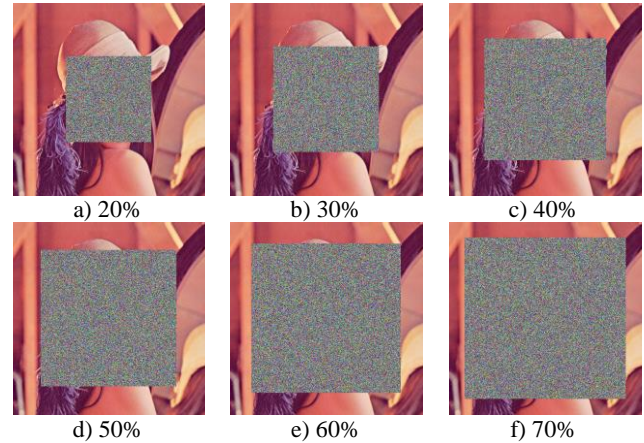


Figura 3. Imágenes alteradas para Lena.

Las figuras 4 y 5 muestran los valores de PSNR [dB] y SSIM promedio respectivamente para las imágenes generadas después de reconstruir las regiones alteradas mostradas en la figura 3. Los mejores resultados son aquellos esquemas que insertan dos copias de la marca de agua de reconstrucción [7, 13] esto debido a que tienen una menor probabilidad de que el problema de *coincidencia de manipulación* ocurra durante la extracción de la marca de agua de reconstrucción.

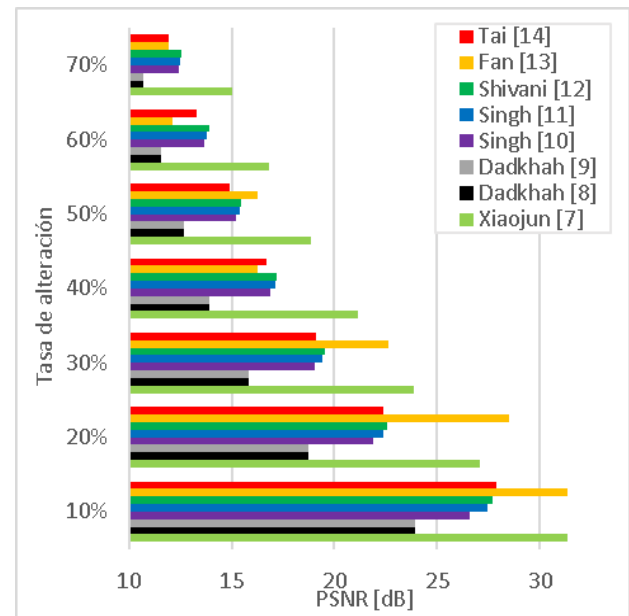


Figura 4. PSNR promedio para las imágenes reconstruidas bajo distintas tasas de alteración.

Comparando los resultados se puede observar que el método [7] presenta un mejor desempeño utilizando la métrica de calidad PSNR, es decir la energía o luminancia de la imagen se ve afectada en menor cantidad debido a que se utilizan ventanas más pequeñas durante el proceso de reconstrucción, esto es, si ocurre el problema de *coincidencia de manipulación* únicamente



se ve afectado un bloque de 2x2 en [7] pero en [13] se ve afectado un bloque de 32x32, por lo tanto el problema de coincidencia de manipulación afecta en menor cantidad para los esquemas que utilizan una ventana pequeña.

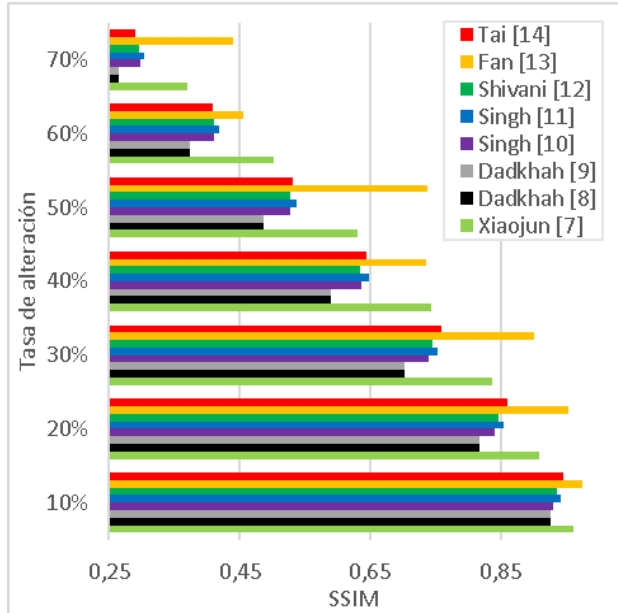


Figura 5. SSIM promedio para las imágenes reconstruidas bajo distintas tasas de alteración.

Por otra parte, el método [13] presenta un mejor desempeño en SSIM, debido a que esta métrica evalúa las características de estructura, luminancia y contraste de la imagen y debido a que el algoritmo de compresión/descompresión SPIHT presenta mejor calidad en la imagen generada que el método de compresión utilizado en [7], por lo tanto, las regiones reconstruidas no afectadas por el problema de *coincidencia de manipulación* en [13] presentan mejor calidad que las regiones no afectadas en el esquema [7]. La calidad en términos de SSIM de la imagen reconstruida depende de la calidad de la imagen generada durante el proceso de descompresión, esto es, el algoritmo de compresión utilizado debe presentar una menor pérdida de calidad. Finalmente, la figura 6 muestra algunos resultados obtenidos en términos de PSNR [dB] y SSIM durante el proceso de reconstrucción para la imagen Lena, empleando el ataque de alteración al 50% el tamaño total de la imagen. Se puede corroborar lo expuesto en las figuras 4 y 5, donde los esquemas [7,13] obtienen los mejores resultados.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra una revisión del estado del arte sobre técnicas recientes de reconstrucción de información alterada en imágenes, donde se hace énfasis a la solución del problema de *coincidencia de manipulación* y a la efectividad del sistema mediante la relación *calidad de la imagen protegida – tasa de reconstrucción*. Durante la revisión teórica de los esquemas mostrados se observó que esta relación de efectividad depende del método de inserción/extracción implementado, donde

idealmente el método basado en 1-LSB sería la mejor opción, adicionalmente se observó que al insertar un mayor número de versiones de la marca de agua de reconstrucción el problema de coincidencia de manipulación disminuye, además, se obtiene una mayor calidad durante la reconstrucción ante un alta la tasa de alteración. Finalmente se observó que la calidad de la imagen reconstruida en términos de PSNR depende del tamaño de bloques utilizados durante la implementación del algoritmo, mientras que la calidad en términos de SSIM de la imagen reconstruida depende del algoritmo de compresión/descompresión implementado, es decir, durante la fase de descompresión la calidad de la imagen utilizada para reconstrucción debe ser lo mayor posible.



Figura 6. Reconstrucción para Lena bajo 50% de alteración. a) Xiaojun [7], b) Dadkhah [8], c) Dadkhah [9], d) Singh [10], e) Singh [11], f) Shivani [12], g) Fan [13], h) Tai [14].

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Politécnico Nacional, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, y a la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA) del IPN por el apoyo otorgado para el desarrollo de este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Songyang Y., Ling G., (2000), A CAD system for the automatic detection of clustered microcalcifications in digitized mammogram films. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 19(2), pags. 115-126.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [2] Matthew B., Patrick B., Wasil W., Mitchell M., Jayson D., Hayit G., Fereidoun A., Shahnaz G., Nazanin Y., Irene C., Moshe B., Jonathan G., (2018) Integration of Chest CT CAD into the Clinical Workflow and Impact on Radiologist Efficiency. *Academic Radiology*, In Press.
- [3] Guilherme P., Cláudio R., (2017). Disparity map estimation and view synthesis using temporally adaptive triangular meshes. *Computers & Graphics*. 68, pags. 43-52.
- [4] Yong-Jun C., Yo-Sung H., (2016). Disparity map enhancement in pixel based stereo matching method using distance transform. *Journal of Visual Communication and Image Representation*. 40(A), pags. 118-127.
- [5] Dinesh B., Vinod P., (2018). A JPEG blocking artifact detector for image forensics. *Signal Processing: Image Communication*. 68, pags. 155-161.
- [6] Jin-Seok P., Hyeon-Gi K., Do-Guk K., In-Jae Y., Heung-Kyu L., (2018). Paired mini-batch training: A new deep network training for image forensics and steganalysis. *Signal Processing: Image Communication*. 67, pags. 132-139.
- [7] Xiaojun T., Yang L., Miao Z., Yue C., (2013). A novel chaos-based fragile watermarking for image tampering detection and self-recovery. *Signal Processing: Image Communication*. 28(3), pags. 301-308.
- [8] Dadkhah, S., Azizah A., Somayeh S., (2014). An Efficient Image Self-recovery and Tamper Detection Using Fragile Watermarking. *International Conference Image Analysis and Recognition*. pags. 504-513.
- [9] Dadkhah, S., Manaf, A. A., Hori, Y., Hassanien, A. E., Sadeghi, S., (2014). An effective SVD-based image tampering detection and self-recovery using active watermarking. *Signal Processing: Image Communication*. 29(10), pags. 1197-1210.
- [10] Singh D., Sanjay K. S., (2016). Effective self-embedding watermarking scheme for image tampered detection and localization with recovery capability. *Journal of Visual Com. and Image Representation*. 38, pags. 775-789.
- [11] Singh D., Singh S. K., (2015). Dct based efficient fragile watermarking scheme for image authentication and restoration. *Multimedia Tools Appl.* pp. 1-25.
- [12] Shivani S., Singh D., Agarwal S., (2013). Dct based approach for tampered image detection and recovery using block wise fragile watermarking scheme. *Pattern Recognition and Image Analysis*, pags. 640-647.
- [13] Fan, Ming Q., HongXia W., (2018). An enhanced fragile watermarking scheme to digital image protection and self-recovery. *Signal Processing: Image Comm.*, 66, pags. 19-29.
- [14] Tai, W. L., Liao, Z. J., (2018). Image self-recovery with watermark self-embedding. *Signal Processing: Image Communication*. 65, pags. 11-25.
- [15] Molina J., Reyes R., Ponomaryov, V., Cruz C., (2016). Watermarking algorithm for authentication and self-recovery of tampered images using dwt. *IEEE Int. Kharkiv Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves*, pags. 1-4.
- [16] Rosales-Roldan, L., Cedillo-Hernandez, M., Chao, J., Nakano-Miyatake, M., Perez-Meana, H., (2015). Semi-fragile watermarking-based color image authentication with recovery capability. *IEEE Int. Conference on Telecom. and Signal Processing*, pags. 528-534.
- [17] Rosales-Roldan, L., Cedillo-Hernandez, M., Nakano-Miyatake, M., Perez-Meana, H., Kurkoski, B., (2013). Watermarking-based image authentication with recovery capability using halftoning technique. *Signal Processing: Image Communication*. 28(1), pags. 69-83.
- [18] Anu, K., Shipra K., Amit K., (2014). Comparative Analysis of Image Quality Assessment Using HVS Model. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*. 2(7), pags. 5033-5038.
- [19] Pooja K., Yuvraj S., (2012), Comparison Of Different Image Enhancement Techniques Based Upon PSNR & MSE”, *International Journal of Applied Engineering Research*.
- [20] Zhou W., Hamid R. S., Eero P. S., (2004). Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. *IEEE Trans. on Image Processing*. 13(4), pags. 600-612.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Timetabling: Optimización de los horarios

Torcoroma Velásquez Pérez

Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña,

Facultad de Ingenierías, Grupo de  
Investigación GITYD.

Vía Acolsure sede Algodonal, Ocaña,  
Norte de Santander, Colombia.

Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182

tvelasquezp@ufpso.edu.co

Andrés Mauricio Puentes

Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA – Regional Norte de  
Santander,

Tecnoparque nodo Ocaña.  
Transversal 30 #7-110 La Primavera,  
Ocaña, Norte de Santander,  
Colombia.

Teléfono: (7) 5611035

ampuentesv@ufpso.edu.co

Andrés Mauricio Velásquez

Estudiantes de Ingeniería de  
Sistemas.

Grupo de investigación GITYD.  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña,

Vía Acolsure sede Algodonal, Ocaña,  
Norte de Santander, Colombia.

Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182

amvelasquezb@ufso.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La programación de horarios a nivel mundial se ha convertido en una problemática de gran atención en diferentes ámbitos como educación, transporte, empresas, entre otros, ya que es considerado un problema de complejidad NP-completo debido al gran número de restricciones que presenta y la particularidad de que no se puede establecer una única solución por las variaciones que se dan según la institución donde se aplique. Actualmente muchas instituciones realizan estos procesos de forma manual lo que conlleva un gasto excesivo de tiempo y personal, sin tener en cuenta que esta problemática crece según el tamaño de la institución u organización. Para solucionar esta problemática desde hace algunos años atrás se propone el uso de diversas técnicas de inteligencia artificial las cuales ayuden a calcular y reducir el tiempo de la solución.

### Palabras clave

Algoritmo Genético, Asignación de Horarios de Clase, Inteligencia Artificial.

### ABSTRACT

The scheduling of schedules worldwide has become a problem

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlos en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

of great attention in different areas such as education, transport, companies, among others, since it is considered an NP-complete complexity problem due to the large number of restrictions presented and the particularity that you can not establish a single solution for the variations that are given according to the institution where it applies. Currently many institutions carry out these processes manually, which entails an excessive expenditure of time and personnel, without taking into account that this problem grows according to the size of the institution or organization. To solve this problem a few years ago, the use of various artificial intelligence techniques is proposed, which helps to calculate and reduce the time of the solution.

### Keywords

Genetic Algorithm, Timetabling scheduling, Artificial Intelligence.

### INTRODUCCIÓN

Hoy en día la asignación o generación de horarios “timetabling” se ha convertido en un problema para instituciones educativas, empresas, y compañías de diversas partes del mundo debido al excesivo tiempo y esfuerzo que esto conlleva para la correcta gestión de los horarios según factores como el personal, restricciones, condiciones y otros elementos a tener en cuenta al momento de realizar este proceso. Específicamente los problemas más grandes se presentan en instituciones educativas debido a la cantidad de estudiantes, salones, horas, profesores y otros factores que complican el proceso para la correcta creación y publicación de horarios por parte de la institución, para dar una solución óptima a este problema se han creado y presentado diversos algoritmos que reduzcan el tiempo de asignación y cumpla con las condiciones y restricciones que estén presentes. Como institución de educación superior la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña presenta problemas en la asignación de sus horarios de clase, dichos horarios consumen tiempo y recursos humanos para su elaboración y el resultado

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

obtenido no es el más óptimo, generando inconformidades y situaciones no deseadas para docentes y estudiantes de la Universidad.

En este caso específico, se abordará el problema de educational timetabling que hace referencia a [1] “la asignación, sujeta a restricciones, de un grupo de recursos a objetos ubicados en tiempo y espacio, de tal manera que se satisfagan un conjunto de objetivos deseados” en instituciones educativas.

Aunque actualmente existen varios métodos para dar solución a este problema, la propuesta que se hace en este trabajo es una propuesta con Algoritmos Genéticos que le permitan optimizar sus procesos y realizarlos más eficientemente.

## ESTADO DEL ARTE

Cabe destacar que el problema de timetabling es uno de los problemas más ampliamente estudiado debido a que las instituciones tienen diferentes requisitos y reglas, el problema de programación de horarios introducido por la segunda competencia internacional de clasificación de tiempos (ITC-2007) ahora se considera estándar, y contiene características que son comunes a la mayoría de las variantes del problema, el ITC-2007 se divide en tres pistas, a saber horarios examen, horarios curso basado en la posterior a la inscripción y horarios curso basado en el plan de estudios (CB-CTP). Los conjuntos de datos proporcionan por cada pista una cantidad de instancias con diferentes tamaños y niveles de dificultad [2].

Una solución a este problema se presentó unos años atrás en una escuela de Sudáfrica donde se mostró un algoritmo genético para los problemas de horarios que se enfoca en dos fases [3], la primera de estas consiste en desarrollar un cronograma que cumpla con las duras restricciones y en la segunda fase mejorar la calidad de las soluciones que se encontraron durante la primera gracias al conocimiento del dominio en formas de heurísticas de construcción de bajo nivel que se usa para guiar la búsqueda durante la primera fase.

En otra solución para la asignación de horarios de exámenes se propone el uso de un algoritmo memético celular [4], que tiene en cuenta diversas restricciones como el horario que debe estar completo o tener programado todos los exámenes en su totalidad, no exceder el cupo de grupo o la sala donde se presentara el examen, que no se presente cruces entre exámenes de un mismo estudiante, entre otras, para lograr esto el método propuesto es un algoritmo que consta de dos fases, la primera fase se presenta la construcción de un conjunto de soluciones factibles, y en la segunda estas soluciones se optimizan mediante la meta heurística de aceptación de umabra (TA) aplicada después de los operadores de variación (operadores de mutación y crossover), este algoritmo se programó en lenguaje C++ basándose en el marco ParadisEO y fue puesto a prueba en los puntos de referencia de Toronto e ITC 2007 y se comparó con los enfoques de vanguardia, en el conjunto de Toronto el método presentado mejora en cuatro de trece instancias y logra la desviación relativa promedio más baja a las soluciones conocidas.

Según [2] los métodos tradicionales de generación de cronogramas producen soluciones de alta calidad, pero existe la posibilidad de que no den soluciones sólidas que se adapten fácilmente a cambios inesperados, por lo cual se modela el

problema como un problema de optimización de criterios biológicos y se resuelve mediante un algoritmo genético multiobjetivo híbrido que a su vez utiliza los algoritmos Hill Climbing y Simulated Annealing además de un enfoque del algoritmo genético estándar. En este estudio se modela el CB-CTP de ITC-2007 como problema de optimización bi-criterio donde un objetivo es la función de penalización y el otro es una medida de robustez que luego se resuelve mediante un Algoritmo Genético Multiobjetivo (MOGA) híbrido, que utiliza los algoritmos de Hill Climbing (HC) y de recorrido simulado (SA) además del enfoque estándar del Algoritmo Genético (GA) con el objetivo de proporcionar una buena aproximación al frente óptimo de Pareto, siendo en consideración propia del autor como el primer estudio en el campo de horarios de cursos universitarios donde la solidez se considera como un objetivo, el rendimiento de estos algoritmos se pueden comparar con los demás gracias al conjunto de datos de referencia que ofrece el ITC-2007, una solución a este problema es una asignación de un periodo (día y franja horaria) y una sala para todas las conferencias de cada curso que satisfaga las restricciones más duras como conferencia, conflictos, Disponibilidad y también las suaves como trabajo mínimo, curriculum compacto y estabilidad de habitación tanto como sea posible, la implementación de este algoritmo comienza con el MOGA propuesto con una población inicial completa (cada conferencia se le asigna una habitación y un periodo) y preferiblemente soluciones factibles, por cada iteración del GA, se crea una población descendiente (o hija) a partir de la población primaria mediante la aplicación de operadores de selección, cruce y mutación. Dos operadores HC (montañismo) se incorporan a la fase de cruce con la esperanza de mejorar los descendientes resultantes. Después de generar una nueva población infantil con el mismo tamaño que la población principal, se aplica una estrategia de reemplazo para determinar la población principal para la próxima generación. Para mejorar aún más la población actual en términos de  $P$  y  $R$ , un algoritmo SA también se incorpora al MOGA. Para la evaluación del rendimiento de este algoritmo se usaron cuatro indicadores, los cuales fueron: indicador épsilon binario, distancia generacional, dispersión máxima y espaciada, por lo cual se quería que el rendimiento del algoritmo no se desviara demasiado de los mejores resultados de sanción conocidos para las instancias de competición ITC-2007 ya que debe tratar con dos objetivos.

En la actualidad encontramos muchas técnicas innovadoras con diversas características que buscan solucionar el problema de Timetabling de una forma eficaz y en poco tiempo, esto se debe a la gran complejidad que presenta para muchas instituciones a nivel mundial, [5] propone el diseño de una solución basada en sistemas multi-agentes a través de negociaciones con el marco JADE (Java Agent Development) para esta problemática, este consta o considera 3 tipos de agentes, El agente coordinador que es responsable de instanciar, crear y administrar los agentes de grupo, donde el número de agentes de maestros y grupo dependen de cada caso que se va a estudiar, estos agentes de grupo hacen una negociación con el fin de resolver conflictos entre los agentes de maestro, el sistema también toma en cuenta el tiempo, espacio, actividades y otro tipo de restricciones, el sistema de plataforma multi-agente propuesto consta de 3 etapas

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

diferentes, la primera es donde se crea un agente coordinador que es responsable de gestionar los maestros y los grupos de agentes, se toman las actividades de restricciones a través de un XML que contiene información de la institución del estudio de caso, además este agente crea los agentes maestros registrados en el DF (Directorio facilitador) obteniendo sus limitaciones y actividades, después el agente plantea una propuesta egoísta de acuerdo con sus preferencias, teniendo en cuenta las limitantes de la institución y respetando parte de los calendarios ideales entregados por los agentes maestros. En la segunda etapa cuando todos los maestros están preparados, el agente coordinador crea los grupos de agentes los cuales se registran en el DF, estos grupos obtienen las restricciones, actividades y solicitud de programación de cada maestro, un participante del grupo se inicia en solicitud de la programación de un maestro y el participante envía una respuesta con respecto a la solicitud del maestro, para la última o tercera etapa cuando se hayan enviado los horarios de todos los maestros al grupo de agentes, estos verifican si existen conflicto, de ser así el grupo lanza un programa con el espacio disponible para todos los agentes maestros involucrados en el conflicto donde se propone una nueva posición hasta que estos no tengan algún problema para moverse o se respeten el mayor número de restricciones por una función de evaluación. En la siguiente figura (Figura 1) se muestra la explicación grafica de las 3 etapas.

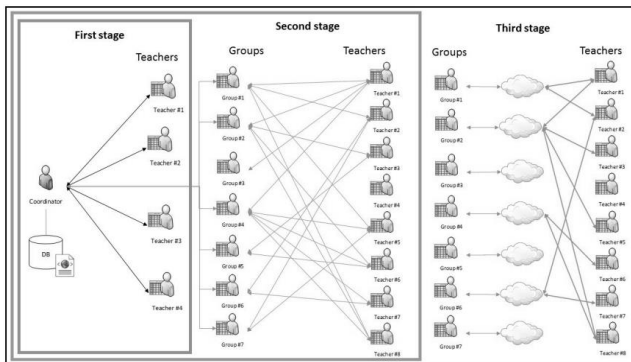


Fig. 1 Design of multi-agent system (MAS)

Adicionalmente [5] opina lo siguiente:

Los diferentes métodos propuestos para resolver el horario rara vez se comparan entre sí por la gran cantidad de número de diferentes variables y diferentes formas de cuantificar las restricciones recaudadas de diferentes políticas y prácticas, ya que cada uno tiene sus características, en particular la asignación de golf. La comparación es necesaria para determinar cuál es o son los mejores métodos computacionales dados los diferentes tipos de programas de datos, permitiendo técnicas simples de descarte, a través de una manera en que la información es representada e intercambiada, así como la unificación de las restricciones dadas por las diferentes instituciones.

En los últimos años también se han propuesto mejoras para las técnicas que se han utilizado para lo solución de esta problemática, una de estas se observa en [6] donde se propone el uso de clustering (agrupación) para mejorar la calidad de la

solución, esto consiste en utilizar el clustering para crear restricciones adicionales dadas por la institución permitiendo reducir el tamaño del espacio de búsqueda, lo cual optimiza el tiempo de cálculo de la solución a partir del problema dado.

## DESARROLLO

La realización actual de la asignación horaria en la Facultad de Ingenierías de la UFPSO no tiene en cuenta la siguiente información:

- Disponibilidad horaria por parte de los docentes.
- Inventario de aulas de acuerdo a capacidades y recursos que estas ofrecen.

Por esta razón se generan las siguientes situaciones específicas que requieren una solución de optimización:

- Aproximadamente se tarda 15 días luego de comenzar el semestre para tener los horarios asignados.
- El ritmo de crecimiento actual de la Universidad requiere que se asignen los salones de clase de manera eficiente (tamaño del salón asignado de acuerdo a la cantidad de estudiantes, características de seguridad y confort de las aulas de acuerdo al tipo de materia y al horario de clase).
- Dificultad en la organización y sincronización entre las personas encargadas de asignar salones y horarios de clase (hay descentralización de la asignación, pero no hay una administración centralizada eficiente).
- Evitar bloques de clase en el mismo espacio de tiempo pero en diferentes sedes de la Universidad.
- Asignación de recursos de clases a materias que no las necesitan.

## MATERIALES Y METODOS

Para dar la solución óptima que buscamos en los horarios de la Universidad se trabajó en la implementación de técnicas de inteligencia artificial que permitan realizar la generación de horarios de clases de manera tal que cumplan en cierta medida con la mayor parte de las restricciones que la Universidad propone en cuanto la generación de horarios se refiere.

El término de restricciones se define como las condiciones que debe satisfacer el horario de clases generado y encontramos de dos tipos:

**Restricciones Obligatorias**, aquellas condiciones que deben cumplirse, la infracción de alguna de estas restricciones generan un horario no válido.

**Restricciones deseables**, son aquellas condiciones que definen preferencias del usuario, el no cumplimiento de estas no generan horarios no validos pero entre más condiciones se cumplan, más óptimo será el resultado del mismo.

Adicionalmente realizaremos una clasificación individual en Restricciones generales, las cuales son utilizadas en la mayoría de problemas de Timetabling en ámbitos educativos y las Restricciones específicas que son propias de una institución, en este caso la facultad de ingenierías de la UFPSO.

Considerando las siguientes restricciones:



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Restricciones Obligatorias Generales de la Universidad

- el curso individual debe tener asignado no más de un docente en un aula en un periodo específico.
- el docente debe tener asignado no más de un curso en un aula en un periodo específico.
- Un aula puede tener no más de un curso asignado y un docente en un periodo específico.
- No existe la posibilidad de asignar a un docente un curso por el cual no posea preferencia.
- No es posible asignar un curso a un docente fuera de su disponibilidad de tiempo.
- La cantidad de estudiantes en un curso no puede sobrepasar la capacidad máxima del aula.
- Un curso debe cumplir con una cantidad de horas semanales requeridas y planteadas por la institución. Según sea el caso, si el número de horas académicas es par se asignará dos horas diarias hasta cubrir la totalidad, sino se asignará un día de tres horas y el resto de dos horas. A cada uno de estos grupos de horas se les llamará bloques.
- Las horas de un bloque para un curso en un mismo día deben de ser consecutivas y estar asignados a un docente y aula.
- Cada bloque de un determinado curso sólo puede asignarse a lo más una sola vez cada día.
- Los cursos no deben de cruzarse, ni en duración ni ubicación, teniendo en cuenta la hora de inicio de éstos y el aula correspondiente.

## Restricciones Obligatorias Específicas de la Universidad

- Los profesores de tiempo completo dictaran 15 horas semanales.
- Los profesores de medio tiempo dictaran 10 horas semanales.
- la asignación de docentes de tiempo completo a los programas que se encuentren en acreditación tienen prioridad.
- Para los docentes jubilados, la vinculación será con dedicación de cátedra, por periodos académicos y hasta un máximo de 15 horas semanales.
- Los profesionales que tienen funciones de coordinación de programas, solo se les puede asignar hasta 12 horas de cátedra semanales.
- Los Profesores con nombramiento del magisterio u otros cargos públicos, se les programara 16 horas máximo a la semana.
- Todo docente debe tener asignaciones cumpliendo con la cantidad de horas semanales exigidas.
- La cantidad de horas asignadas a una clase no puede ser menor a la duración de la clase.
- Una clase debe ser asignada a un salón único.

## Restricciones deseables de la Universidad

- Para el personal administrativo de la UFPSO la programación de horas será máximo de 8 horas y se realizará en horario diferente al horario laboral.
- Las horas de clases durante el día deben distribuirse de tal manera que no hallan espacios muy grandes entre bloques o clases.

## Modelo General

### Variables de Decisión

1. Si el horario de clase de dos materias es el mismo, el estudiante solo podrá ver una sola materia

#### Si

Estudiante (E)  $\wedge$  materia (M1)  $\wedge$  materia (M2)  $\wedge$  incluir\_materia (E, M1)  $\wedge$  [horario\_clase\_materia (M1) = horario\_clase\_materia (M2)]

#### Entonces

$\neg$  Incluir\_materia (E, M2)

2. Si uno de los horarios de clase es igual a otro horario de dos materias, un estudiante solo podrá ver una materia

#### Si

Estudiante (E)  $\wedge$  materia (M1)  $\wedge$  materia (M2)  $\wedge$  incluir\_materia (E, M1)  $\wedge$  [Horario\_clase\_materia (M1)  $\vee$  Horario\_clase\_materia (M2)] = Horario\_clase (M1, M2)

#### Entonces

$\neg$  Incluir\_materia (E, M2)

3. Un estudiante para ver una materia debe cumplir con ciertos requisitos

#### Si

Estudiante (E)  $\wedge$  materia (M1)  $\wedge$  materia (M2)  $\wedge$  tenga\_numeros\_creditos\_aprobados (C)  $\wedge$  [halla\_visto\_materia (E, M1)  $\vee$  tenga\_numeros\_creditos\_aprobados (E, C)]

#### Entonces

Puede\_ver\_materia (E, M2)

4. Si el horario de clases de dos materias es el mismo, un docente solo podrá dictar una materia

#### Si

Docente (D)  $\wedge$  Materia (M1)  $\wedge$  Materia (M2)  $\wedge$  Dictar\_clase (D, M1)  $\wedge$  [Horario\_clase\_materia (M1) = Horario\_clase\_materia (M2)]

#### Entonces

$\neg$  Dictar\_clase (D, M2)

5. Si uno de los horarios de clase es igual a otro horario de dos materias, un docente solo podrá dictar una materia

#### Si



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Docente (D)  $\wedge$  Materia (M1)  $\wedge$  Materia (M2)  $\wedge$  Dictar\_clase (D, M1)  $\wedge$

[Horario\_clase\_materia (M1)  $\vee$  Horario\_clase\_materia (M2)]=Horario\_clase (M1, M2)

### Entonces

$\neg$  Dictar\_clase (D, M2)

6. Un estudiante solo puede ver una materia de una línea por semestre

### Si

Estudiante (E)  $\wedge$  materia (M1)  $\wedge$  materia (M2)  $\wedge$  Línea\_profesional (L)  $\wedge$

Incluir\_materia (E, M1)  $\wedge$

[Pertenece\_Línea\_profesional (M1, L)  $\wedge$  Pertenece\_Línea\_profesional (M2, L)]

### Entonces

$\neg$  Incluir\_materia (E, M2)

Con esta información se realizó una encuesta de satisfacción del horario, dirigida a los docentes y estudiantes de la Facultad de Ingenierías de la Universidad. Con esto obtuvimos los resultados que nos permiten evaluar el horario de clases actual de la universidad como horario no válido, es un horario que no tiene en cuenta las condiciones que demanda la Universidad.

Según [7] La técnica propuesta en este trabajo presenta varias ventajas como la adaptabilidad, robustez y flexibilidad. La adaptabilidad de los GA nos permite manejar cualquier tipo de función y cualquier tipo de restricción ya sea lineal o no lineal, en robustez estos algoritmos en muchos estudios han demostrado que los más eficientes y robustos en la localización de soluciones óptimas y reduce el esfuerzo computacional respecto a la mayoría de las otras heurísticas, adicionalmente los GA nos proporcionan una gran flexibilidad para hibridar heurística dependiente del dominio para hacer una eficiente implementación para un problema específico.

El documento de [7] nos dice lo siguiente acerca de la terminología:

- Cromosoma: contiene una solución en la forma de genes.
- Gen: una parte de un cromosoma que contiene parte de una solución (por ejemplo, "1 6 7 4 3" es un cromosoma que contiene 1, 6, 7, 4 y 3 como sus genes)
- Alelo: un solo valor de un gen
- Individual: sinónimo de cromosoma
- Población: conjunto de cromosomas
- Función de aptitud: proporciona el mecanismo para evaluar cada individuo criterio de terminación: criterio comprobadas después de cada generación para determinar si se debe continuar o detener la búsqueda. Criterios de terminación comunes son:
  - Una solución ha encontrado que cumple con los criterios mínimos.
  - Se ha alcanzado un número fijo de generaciones.

- Se ha alcanzado un presupuesto asignado (tiempo de cálculo / dinero).
- El más alto de solución de clasificación aptitud se acercan o se ha alcanzado una meseta de tal forma que las sucesivas iteraciones ya no producen mejores resultados.
- Una determinación manual está hecha para detener la búsqueda.
- Cualquier combinación de los anteriores puede hacer que un criterio más fuerte, de larga duración.

Codificación: la forma en que una solución se convierte en un sistema de representación binaria, tal como en este caso que codifica cromosomas GA a la ruta de TSP y viceversa.

Decodificación: la forma en que una solución se interpreta en humano-comprensible mediante la inversión de la codificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando en cuenta las bases teóricas mostradas en los capítulos anteriores, la estructura del problema y los motivos por los que se selecciona los Algoritmos Genéticos, este capítulo tiene como objetivo mostrar lo que pretendemos lograr con nuestro trabajo en la Universidad.

Desarrollar una herramienta de software a la medida de las necesidades de la Universidad, que busque la optimización del proceso de asignación de horarios tendría gran importancia debido a que facilitaría la toma de decisiones y permitiría gestionar de forma eficiente los recursos académicos disponibles.

## REFERENCIAS

- [1] M. Cubillos, E. Pardo, and R. Salas, "Problema Del School Timetabling Y Algoritmos Genéticos: Una Revisión," *Vínculos*, vol. 10, no. 2, pp. 259–276, 2013.
- [2] C. Akkan and A. Gülcü, "A bi-criteria hybrid Genetic Algorithm with robustness objective for the course timetabling problem," *Comput. Oper. Res.*, vol. 90, pp. 22–32, 2018.
- [3] R. Raghavjee and N. Pillay, "An informed genetic algorithm for the high school timetabling problem," *Proc. 2010 Annu. Res. Conf. South African Inst. Comput. Sci. Inf. Technol. - SAICSIT '10*, pp. 408–412, 2010.
- [4] N. Leite, C. M. Fernandes, F. Melício, and A. C. Rosa, "A cellular memetic algorithm for the examination timetabling problem," *Comput. Oper. Res.*, vol. 94, pp. 118–138, 2018.
- [5] C. Covantes and R. Rodriguez, "The design of multi-agent system for the solution of school timetabling problem," *Proc. - 14th Mex. Int. Conf. Artif. Intell. Adv. Artif. Intell. MICAI 2015*, pp. 173–181, 2016.
- [6] T. P. Runarsson, "Improving curriculum timetabling models using clustering," *Proc. - 2015 Int. Conf. Comput. Sci. Comput. Intell. CSCI 2015*, pp. 258–263, 2016.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

[7] [7] B. H. Arabi, "Solving NP-complete Problems Using Genetic Algorithms," 2016 UKSim-AMSS 18th Int. Conf.

Comput. Model. Simul., pp. 43–48, 2016.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Solución de problemas de programación lineal mediante recocido simulado

Roberto Emilio Salas Ruiz  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
Bogotá - Colombia  
573138928977  
resalasr@udistrital.edu.co

Manuel Alejandro Jiménez  
Mateus  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
Bogotá - Colombia  
5713239300  
alejo\_mateus\_@hotmail.com

Erik Alexis Valderrama Guancha  
Universidad Distrital Francisco José de  
Caldas  
Bogotá - Colombia  
5713239300  
destroyerik@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Este artículo presenta una solución alternativa para los problemas de programación lineal mediante el algoritmo del recocido simulado. Para lo cual, primero se hace una disertación teórica sobre el recocido simulado y programación lineal. Luego se expone el problema de programación lineal seleccionada y la forma como se resolvió con recocido simulado mostrando los resultados obtenidos mediante este método de solución.

### ABSTRACT

This article presents an alternative solution for linear programming problems through the simulated annealing algorithm. For which, first we present a theoretical dissertation on simulated annealing and linear programming. Then we show the problem of linear programming selected and the way it was solved with simulated annealing showing the results obtained by this method of solution.

### Palabras clave

Programación lineal, recocido simulado, metaheurísticas.

### Keywords

Linear programming, simulated annealing, metaheuristics.

### INTRODUCCION

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

La proposición de un problema de optimización, requiere de la definición de métodos de resolución eficientes, lo cual es una tarea bastante tediosa, puesto que cuando un problema, excede los límites de resolución en la práctica o el número de soluciones para llegar a encontrar una solución óptima es muy amplio, es bastante difícil llegar a definir una solución lo suficientemente exacta o en un espacio de tiempo razonable. Por lo anterior se debe poner en práctica las diferentes herramientas que la informática moderna provee.

Para los problemas de programación lineal existe el algoritmo simplex para resolver el mismo, pero este es un método que, para un número considerable de variables, su tiempo de ejecución crece de manera exponencial, lo cual hace muy demorado aplicar este tipo de técnicas.

Por lo tanto, cuando se sabe que se posee un número amplio de posibles soluciones, ante ello se debe implementar un algoritmo bastante robusto que nos permita encontrar una solución lo suficientemente exacta y en un tiempo factible.

El recocido simulado, es un algoritmo metaheurístico que se ha probado en problemas de optimización donde el espacio de búsqueda es demasiado grande con buenos resultados. Por eso se propone en el presente artículo la solución de estos modelos de problemas con este algoritmo.

### RECOCIDO SIMULADO

El Simulated annealing o recocido simulado (SA) es una metaheurística que se basa en la analogía que puede existir entre un proceso de optimización combinatoria y un proceso termodinámico, conocido como recocido.

Este proceso consiste en elevar la temperatura de un sólido cristalino con defectos hasta una temperatura determinada, que por lo general suele ser alta.

Posteriormente, se permite que el material se enfríe muy lentamente en un baño térmico. El proceso de enfriamiento viene descrito por una función de la temperatura, conocida como cola de enfriamiento, que generalmente suele ser continua y

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

suave. Con este proceso se pretende que el sólido alcance una configuración de red cristalina lo más regular posible, eliminando durante este proceso los posibles defectos que tuviese originalmente. Las nueve estructuras cristalinas se caracterizan por tener un estado de energía de la red mínimo. [1]

Una de sus características más importantes es que se trata de un algoritmo de búsqueda local el cual se implementa para llegar a mejorar progresivamente las soluciones, Para ello se compara la solución anterior y se toma el primer movimiento que produce una mejora en la solución actual.

Otra característica que posee es utilizar una estructura de donde se estatiza el límite de soluciones anteriores para limitar el campo de acción de las soluciones siguientes, esto permite potenciar el algoritmo y permite encontrar soluciones en fronteras de menor tamaño.

Como la función objetivo está planteada desde el principio de la búsqueda, no presentará cambios durante el proceso, así el algoritmo no presentará fallos durante la toma de decisiones.

La cantidad de soluciones utilizadas por el recocido simulado para realizar la búsqueda pertenecen al tipo de meta heurísticas trayectoriales en donde el algoritmo parte de una solución inicial y se genera un camino o trayectoria en el espacio de búsqueda.

A continuación, se describen los pasos del algoritmo del recocido simulado de manera general:

Paso 1: Inicializar la temperatura (T) y generar una solución aleatoria.

Paso 2: Calcular la ganancia de la solución generada. Esta se tiene como solución actual del sistema.

Paso 3: Generar una solución vecina a la que se tiene como solución actual.

Paso 4: Calcular la nueva ganancia

Paso 5: Si  $\Delta$ =(ganancia actual – ganancia nueva) es menor o igual a cero, tomar la nueva solución como la solución actual al sistema.

Paso 5.1 Si  $\Delta$ =(ganancia actual – ganancia nueva) es mayor que cero, se calcula la expresión  $e^{-\frac{\Delta}{T}}$ , si esta expresión es mayor que un número aleatorio que se genera entre cero y uno, se toma la nueva solución, como la solución actual al sistema, sino se rechaza.

Paso 6: Repetir los pasos 3, 4 y 5 un número determinado de iteraciones.

Paso 7: Decrecer la temperatura.

Paso 8: Repetir los pasos 3, 4, 5, 6 y 7 un número determinado de iteraciones.

Fin del algoritmo. (La que se tiene como solución actual, es la solución al sistema). [2]

## PROGRAMACION LINEAL

La Programación Lineal (PL) es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos escasos. La PL es un procedimiento que encuentra su aplicación práctica en casi todas las facetas de los negocios, desde la publicidad hasta la planificación de la producción. Problemas de transporte, distribución, y planificación global de la producción. Lo anterior son los objetos más comunes del análisis de PL.

La programación lineal aborda una clase de problemas de programación donde tanto la función objetivo a optimizar como todas las relaciones entre las variables correspondientes a los recursos son lineales. Este problema fue formulado y resuelto por primera vez a fines de la década del 40. Rara vez una nueva técnica matemática encuentra una gama tan diversa de aplicaciones prácticas de negocios, comerciales e industriales y a la vez recibe un desarrollo teórico tan exhaustivo en un período tan corto. Hoy en día, esta teoría se aplica con éxito a problemas de presupuestos de capital, diseño de dietas, conservación de recursos, juegos de estrategias, predicción de crecimiento económico y sistemas de transporte.

Cualquier problema de PL consta de una función objetivo y un conjunto de restricciones. En la mayoría de los casos, las restricciones provienen del entorno en el cual usted trabaja para lograr su objetivo. Cuando usted quiere lograr el objetivo deseado, se dará cuenta de que el entorno fija ciertas restricciones (es decir, dificultades o limitaciones) para cumplir con su deseo (vale decir, el objetivo). [3]

### Modelo matemático

El modelo está expresado en los siguientes términos:

Variables de decisión  $X_i$ , que debe ser mayor o igual a 0

La función objetivo para problemas de maximización es:

$$Z(\max) = \sum_{i=1}^n C_i X_i \quad (1)$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^n A_{ji} X_i \leq B_j \quad ; j=1,2,3,\dots,m$$

Donde  $C_i$  es la contribución o ganancia del producto o servicio  $i$ .  $A_{ji}$  es el concurso de un recurso  $j$  a un determinado producto o servicio  $i$ .  $B_j$  es una constante que debe indicar la limitación del recurso  $j$  para producir o servir.

La idea es encontrar los valores de  $X_i$  que maximicen el valor de la función objetivo y que cumplan con las restricciones del problema.

### Procedimiento de solución (método simplex)

Este método de solución desarrollado por George Dantzig en 1947. Es un algoritmo que es eficiente para resolver problemas de programación lineal ya que no está limitado por el número de variables o restricciones. [4]

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Es un procedimiento iterativo que permite mejorar la solución de la función objetivo en cada paso. El proceso concluye cuando no es posible continuar mejorando dicho valor, es decir, se ha alcanzado la solución óptima.

Básicamente lo que realiza simplex es moverse por los vértices del posible conjunto de soluciones que tenga el problema, partiendo desde una solución hasta llegar a la mejor de todas.

El simplex en su peor caso es de complejidad  $O(2^n)$ .

## PROBLEMA PROPUESTO [5]

Un avión de carga tiene tres compartimientos para almacenar: Delantero, Central, Trasero. Estos compartimientos tienen un límite de capacidad tanto de peso como de espacio. Los datos se resumen en la figura 1:

Compartimiento	Capacidad de peso (ton)	Capacidad de espacio (ft <sup>3</sup> )
Delantero	12	7 000
Central	18	9 000
Trasero	10	5 000

Figura 1. Capacidad de los compartimientos del avión.

Más aún, para mantener el avión balanceado, el peso de la carga en los respectivos compartimientos debe ser proporcional a su capacidad.

Se tienen ofertas para transportar cuatro cargamentos en un vuelo próximo ya que se cuenta con espacio, tal y como se muestra en la figura 2.

Carga	Peso (ton)	Volumen (ft <sup>3</sup> /ton)	Ganancia (\$/ton)
1	20	500	320
2	16	700	400
3	25	600	360
4	13	400	290

Figura 2. Capacidad y ganancia de cada carga.

Se puede aceptar cualquier fracción de estas cargas. El objetivo es determinar cuál cantidad de cada carga debe aceptarse (si se acepta) y cómo distribuirla en los compartimientos para maximizar la ganancia del vuelo.

### Modelo matemático del problema propuesto

El modelo está expresado en los siguientes términos:

Variables de decisión:  $X_{ij}$  Cantidad en toneladas de la carga  $i$  (1, 2, 3, 4) en el compartimiento  $j$  (D, C, T).

Función objetivo:

$$Z(\max) = 320(X_{1D} + X_{1C} + X_{1T}) + 400(X_{2D} + X_{2C} + X_{2T}) + 360(X_{3D} + X_{3C} + X_{3T}) + 290(X_{4D} + X_{4C} + X_{4T})$$

Restricciones por peso:

$$\begin{aligned} X_{1D} + X_{2D} + X_{3D} + X_{4D} &\leq 12 \\ X_{1C} + X_{2C} + X_{3C} + X_{4C} &\leq 18 \\ X_{1T} + X_{2T} + X_{3T} + X_{4T} &\leq 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{1D} + X_{1C} + X_{1T} &\leq 20 \\ X_{2D} + X_{2C} + X_{2T} &\leq 16 \\ X_{3D} + X_{3C} + X_{3T} &\leq 25 \\ X_{4D} + X_{4C} + X_{4T} &\leq 13 \end{aligned}$$

Restricciones por capacidad de espacio:

$$\begin{aligned} 500X_{1D} + 700X_{2D} + 600X_{3D} + 400X_{4D} &\leq 7000 \\ 500X_{1C} + 700X_{2C} + 600X_{3C} + 400X_{4C} &\leq 9000 \\ 500X_{1T} + 700X_{2T} + 600X_{3T} + 400X_{4T} &\leq 5000 \end{aligned}$$

Restricción de proporcionalidad:

$$\begin{aligned} (X_{1D} + X_{2D} + X_{3D} + X_{4D})/12 &= \\ (X_{1C} + X_{2C} + X_{3C} + X_{4C})/18 &= \\ (X_{1T} + X_{2T} + X_{3T} + X_{4T})/10 & \end{aligned}$$

## SOLUCION POR RECOCIDO SIMULADO

Para la implementación del algoritmo se definieron tres matrices de  $4 \times 3$  de acuerdo a la cantidad de variables que tiene el problema propuesto. La primera matriz contiene los valores de la solución actual, la segunda matriz contiene los valores de la solución nueva y la tercera matriz es una matriz de números aleatorios. La tabla 1 presenta la matriz de soluciones:

$X_{1D}$	$X_{1C}$	$X_{1T}$
$X_{2D}$	$X_{2C}$	$X_{2T}$
$X_{3D}$	$X_{3C}$	$X_{3T}$
$X_{4D}$	$X_{4C}$	$X_{4T}$

Tabla 1. Matriz de soluciones.

La matriz de solución actual se le asigno inicialmente unos valores aleatorios. Para generar la solución nueva vecina a la



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

solución actual primeramente se generaban números aleatorios entre 0 y 1 en la matriz de números aleatorios, si el número generado en la celda de la matriz era mayor o igual que 0.5 se le sumaba 0.1 a la solución actual correspondiente a esa variable sino se le restaba 0.1.

Por ejemplo, suponga que la matriz de solución actual es la siguiente:

2.3	1.4	1.2
1.5	2.5	3.0
0.8	3.2	1.4
2.0	1.1	1.2

Y se generó de manera aleatoria los siguientes datos en la matriz de número aleatorios:

0.543	0.327	0.983
0.124	0.023	0.764
0.456	0.321	0.888
0.123	0.597	0.429

La matriz de solución nueva vecina a la actual quedaría de la siguiente manera

2.4	1.3	1.3
1.4	2.4	3.1
0.7	3.1	1.5
1.9	1.2	1.1

En la implementación del algoritmo siempre se verifica que los valores de las variables cumplan con las restricciones de peso y capacidad de espacio. En caso de que no se cumpla la restricción de proporcionalidad, se penaliza la función objetivo restándole un valor proporcional de acuerdo a que tanto no se cumple está restricción.

Después de varias pruebas, donde se le modificó la temperatura inicial, número de iteraciones con diferente temperatura, número de iteraciones con igual temperatura y esquema de reducción de temperaturas; los mejores resultados fueron obtenidos con los siguientes parámetros:

Temperatura Inicial: 1000.

Numero de iteraciones con diferentes temperaturas: 1000.

Numero de iteraciones con igual temperatura: 100.

Esquema de reducción y actualización de la temperatura:  $0.95 * T$ .

El algoritmo se implementó en java.

La figura 3 muestra la evolución del valor objetivo en el total de iteraciones con diferente temperatura.

## Grafica de Simulated Annealing

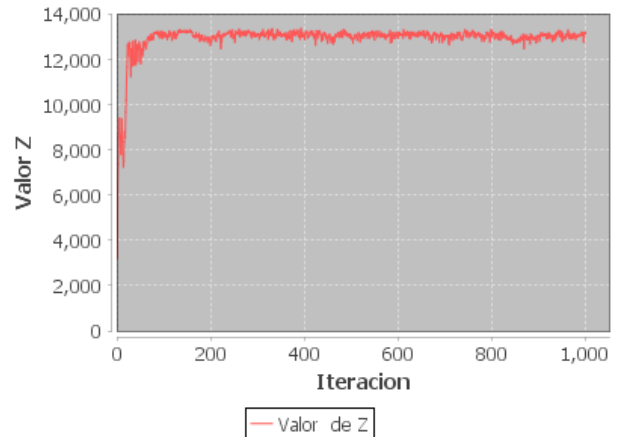


Figura 3. Evolución del valor de la función objetivo del problema propuesto.

En la gráfica se observa que la función objetivo inicialmente tomó valores bajos, pero a medida que se iba iterando iba tomando mejores valores hasta llegar un punto donde las oscilaciones fueron mínimas, esto debido a que la temperatura ha descendido y es poco probable que se mueva a soluciones que son peores a la actual. Igualmente se observa que el mejor valor encontrado está alrededor de 13.000.

La mejor solución encontrada para el problema propuesto de distribución de carga en los compartimientos del avión se muestra en la tabla 2.

	Delantero	Central	Trasero
Carga 1	3.2	6.2	6.4
Carga 2	0.9	0.2	0.3
Carga 3	7.4	4.6	1.1
Carga 4	0.5	7	2.2

Tabla 2. Mejor solución encontrada.

Los valores obtenidos cumplen con todas las restricciones que existen en el problema.

El valor obtenido de la función objetivo de acuerdo a los valores de distribución de la carga presentado en la tabla 2 fue de 13.145.

## CONCLUSIONES

En este artículo se propuso implementar el algoritmo metaheurístico Recocido Simulado para resolver un problema de programación lineal como lo es el problema de distribución de la carga en el compartimiento de un avión.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El Recocido simulado fue una buena opción para resolver este tipo de problemas de programación lineal, puesto que la amplitud existente en el problema, requería de la implementación de un algoritmo robusto para la optimización del mismo.

La solución encontrada para el problema fue una buena solución en el cual se encontró un valor de las variables que satisficieron las restricciones y maximizaron el valor de la función objetivo.

El algoritmo al permitir su implementación computacionalmente, proporciono encontrar las posibles soluciones en un periodo de tiempo relativamente corto y donde los resultados fueron los esperados ya que se encontró una buena solución al problema propuesto.

Finalmente se demostró que es posible utilizar estos tipos de algoritmos meta heurísticos para resolver problemas de programación lineal. En futuros trabajos se sugiere utilizar otros tipos de técnicas meta heurísticos con problemas más variables y más restricciones.

## REFERENCIAS

- [1] Duarte, M. A. Pantrigo, F.J. Gallego C.M. (2007) *MetaHeurísticas*, MADRID, ESP: Dykinson.
- [2] Salas Ruiz, R.E. (2006). Simulated Annealing para la búsqueda de políticas óptimas en procesos de decisión de markov. *Revista Vínculos*. 1(3)
- [3] Arsham, H. (JUNIO 8, 2018). *Modelos Deterministas: Optimización Lineal*. Obtenido de: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/opre640s/spanishd.htm>
- [4] González, A.L. García, G.A. (2015) *Manual práctico de investigación de operaciones I*, BARRANQUILLA, COL: Ediciones UniNorte.
- [5] Hillier, F.S. Lieberman, G.J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. MEXICO DF, MEX: McGraw-Hill.

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **3. MINERÍA DE DATOS**

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Análisis de datos de mujeres con diabetes gestacional para la inferencia temprana de óbito usando algoritmos de aprendizaje automático

FRANCISCO ABAD  
NAVA

Universidad Autónoma de  
Guerrero

+52 1 7471833560

francisco\_abad@uagro.mx

GUSTAVO ADOLFO  
ALONSO SILVERIO

Universidad Autónoma de  
Guerrero

+52 1 7471122838

gsilverio@uagro.mx

ANTONIO ALARCÓN  
PAREDES

Universidad Autónoma de  
Guerrero

+52 1 7471300860

aalarcon@uagro.mx

IRIS PAOLA GUZMÁN  
GUZMÁN

Universidad Autónoma de  
Guerrero

+52 1 7474725503

pao\_nkiller@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis retrospectivo de los datos de pacientes con diabetes gestacional usando algoritmos de aprendizaje automático aplicado en la predicción temprana de óbito en mujeres embarazadas con este trastorno.

El Óbito ha sido definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como la muerte del producto dentro del vientre de la madre, antes de que éste sea expulsado o extraído de su gestante; es un escenario adverso durante el embarazo, convirtiéndolo en un embarazo de alto riesgo.

En primera instancia se utilizó el software Weka, para determinar los algoritmos que mejor se desempeñan en la clasificación de dos tipos de casos: aquellos que permiten determinar la presencia de óbito y los casos de mujeres que a pesar de haber padecido diabetes gestacional no presentaron registro de óbito.

Posteriormente se implementaron los tres mejores algoritmos mediante una aplicación Java, para realizar la clasificación de una sola instancia con el modelo correctamente entrenado. El análisis contempla el uso de multivariantes y combinaciones de las mismas, con el propósito de determinar los factores de riesgo que predisponen a presentar específicamente la comorbilidad denominada óbito. Se cuenta con información de pacientes con diabetes gestacional. A esta base de datos se le aplicó un proceso de normalización para conformar un archivo nativo Weka; para este caso la sensibilidad representa un parámetro de suma

importancia, puesto que muestra el desempeño de cada algoritmo al momento de clasificar correctamente a un paciente enfermo. Por tal motivo, se busca obtener los algoritmos que mejor se desempeñen con respecto a la sensibilidad.

### ABSTRACT

In this article we present a retrospective analysis of the data of patients with gestational diabetes using machine learning algorithms applied in the early prediction of demise in pregnant women with gestational diabetes.

The demise has been defined by the World Health Organization (WHO), as the death of the product inside the mother's womb, before it is expelled or extracted from its pregnant, is an adverse scenario during pregnancy, becoming it a high-risk pregnancy.

At first instance, was used Weka software to determine those algorithms with better performance on the task of classifying two types of cases: those which make possible determining the presence of demise and the cases of women, who despite to have suffered gestational diabetes, did not present a demise record.

Subsequently, the three best algorithms were implemented through a Java application to realize the classification of a single instance with the correctly trained model. Analysis contemplates the use of multivariable and combinations thereof, in order to determine the risk factors that predispose to specifically present

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

the comorbidity called demise. There is information of patients with gestational diabetes which was applied a normalization process to adapt it to a native Weka structure. In this case, sensitivity represents a parameter of great importance because it shows the performance of each algorithm at time to classify a sick patient correctly. This is the reason why we seek to obtain algorithms with better performance respect to sensitivity

## Palabras clave

Comorbilidad, factores de riesgo, óbito, aprendizaje automático

## Keywords

Comorbidity, risk factor's, death, machine learning

## INTRODUCCIÓN

Los malos hábitos en la alimentación y una vida sedentaria, entre muchas otras causas en la sociedad mexicana, colocan a la obesidad como factor de riesgo principal en el desarrollo de diabetes gestacional [1]. Durante los últimos años este problema se ha incrementado, dando como resultado en las mujeres gestantes variadas complicaciones, que en el peor de los escenarios es la muerte de la madre o del neonato.

La diabetes gestacional es un trastorno metabólico que predispone a las mujeres que la presentan a padecer comorbilidades durante el embarazo, así como al momento del parto [2].

Existen factores de riesgo que se han documentado y que conducen a escenarios adversos para el binomio gestante-neonato. En un estudio reciente que evaluó factores de riesgo y la frecuencia de comorbilidad perinatal en mujeres con diabetes gestacional (DG) en el Hospital de la Madre y el Niño del Estado de Guerrero, evidenció una elevada frecuencia de enfermedad hipertensiva del embarazo (EHE), preeclampsia y sangrado excesivo en la mujer, así como la presencia de bajo peso neonatal, macrosomía, síndrome de dificultad respiratoria (SDR) y óbito [3].

El Óbito ha sido definido por la OMS como la muerte del producto dentro del vientre de la madre, antes de que éste sea expulsado o extraído de su gestante, o al momento de la labor de parto por alguna circunstancia que involucre muchas veces al equipo que realiza la tarea de asistencia obstétrica a la madre [4]. El óbito afecta a 2,6 millones de familias a nivel mundial, las mujeres son las más afectadas cuando sucede óbito en su embarazo [5].

En este trabajo se presenta un estudio en el cual se aplica una metodología que hace uso de algoritmos de aprendizaje automático que podría ser implementada en la predicción de óbito con anticipación a finalizar el periodo de gestación, ésto

con el objetivo de modificar ciertos patrones o hábitos en la paciente para poder evitar en la medida de lo posible llegar a este devastador escenario.

## OBJETIVOS

Realizar un análisis a datos de pacientes con diabetes gestacional usando algoritmos de aprendizaje automático, para determinar qué combinaciones de factores de riesgo contribuyen a presentar óbito, adecuando los datos que se tienen para realizar un primer análisis para esta comorbilidad. Con ayuda del software Weka, se utilizarán 35 algoritmos para encontrar el que mejor desempeño tenga en cuanto a la sensibilidad.

Implementar los 3 mejores algoritmos en una aplicación de escritorio en el lenguaje java, se entrenarán los algoritmos usados y posteriormente se clasificará una sola instancia.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología propuesta se muestra en la figura 1.

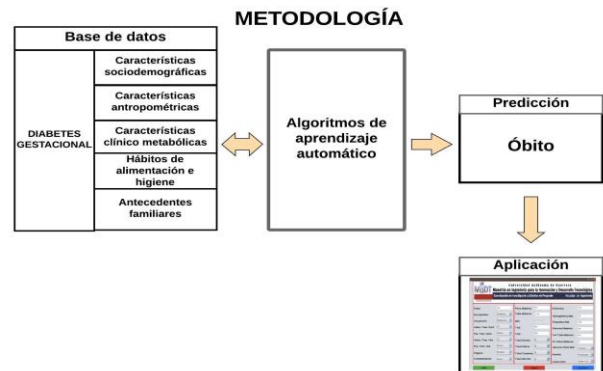


Figura 1. Metodología propuesta.

## Tratamiento de los datos

Los datos fueron proporcionados por el equipo de trabajo de la Dra. Iris Paola Guzmán Guzmán, titular del Laboratorio de Investigación en Obesidad y Diabetes de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero. A éstos se les aplicó un proceso de normalización. Los nombres de las variables fueron establecidos en formato práctico para ser utilizadas en programación, cuidando que hicieran alusión a los nombres originales. Se categorizaron las variables en las cuales era necesario obtener un único valor, por ejemplo, la variable escolaridad se estableció que al momento de que no existiera registro de esa instancia el valor sería -1, para las instancias que manifestaron ser sin escolaridad se estableció el valor 0, para las instancias que manifestaron haber concluido la primaria el valor



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

fue 1, secundaria 2, para el nivel medio superior el valor fue 3, licenciatura 4, y posgrado 5, por citar un ejemplo; también se llevó a cabo la selección de variables que no presentarían una inducción a los algoritmos. Para la comorbilidad de óbito se excluyeron todas las variables que pertenecían a los recién nacidos. Para las variables maternas de tipo numérico en las cuales no se requería una adecuación, se dejaron intactas; es decir, se mantuvieron los valores crudos, en un inicio se contaba con 61 variables, después de la adecuación para esta comorbilidad se establecieron 27 variables. Es importante mencionar que esta base de datos contaba con 114 registros de instancias, de las cuales 27 eran positivas y 87 instancias en las cuales no existió óbito, (véase figura 2).

#	parentesco dm2	anf_fam_hita	parentesco_hita	higiene	esp_humo_pok	peso_m	talla_m	hmc	hmc_catag	hmc
1	si	si	si	regular	humo	82	1.45	39.04	obesidad	111
2	madre	si	madre	regular	humo	89	1.5	39.55	obesidad	100
3	madre	no	madre	bueno	ninguno	41	1.44	29.5	normopes	80
4	padre y	no	padre	regular	humo	87	1.48	39.72	obesidad	117
5	abuela p	no	abuela p	bueno	ninguno	72	1.41	36.3	obesidad	105
6	no	no	no	regular	ninguno	69	1.55	28.75	normopes	100
7	no	no	no	bueno	ninguno	69.7	1.54	30.3	obesidad	120
8	madre	no	madre	regular	ninguno	70	1.47	32.4	obesidad	140
9	no	no	no	bueno	ninguno	78.8	1.62	36.07	obesidad	110
10	padre	no	padre	bueno	polvos	116.5	1.88	41.31	obesidad	110
11	no	no	no	bueno	ninguno	66	1.54	27.84	normopes	100
12	madre	no	madre	bueno	ninguno	88.5	1.53	37.82	obesidad	120
13	padre y	no	padre y	regular	ninguno	80	1.58	32.12	obesidad	100
14	no	no	no	regular	ninguno	59.2	1.5	26.3	normopes	100
15	padre y	si	abuela m	regular	polvos	84	1.56	34.5	obesidad	125
16	madre	si	madre	regular	humo	85	1.54	35.86	obesidad	110
17	madre	si	madre	regular	humo	79	1.54	33.33	obesidad	119
18	madre	si	madre	regular	humo	70	1.54	29.53	normopes	130
19	no	no	no	bueno	ninguno	80	1.6	31.25	obesidad	120
20	no	no	no	regular	ninguno	74	1.53	31.62	obesidad	110
21	madre	no	madre	regular	humo	82	1.48	37.44	obesidad	110
22	madre	si	madre	regular	ambos	58.5	1.44	28.01	normopes	110
23	padre	no	padre	regular	ninguno	63.5	1.43	30.88	obesidad	110
24	no	no	no	regular	ninguno	70.5	1.52	30.51	obesidad	110
25	madre	no	madre	malu	humo	100	1.5	44.4	obesidad	130

Figura 2. Datos sin normalizar

Se construyó un archivo arff siendo éste el formato nativo de Weka, se establecieron los tipos de datos a manejar, en este caso fueron de tipo numérico, y se procedió a introducir cada uno de los registros al formato; teniendo el archivo arff se procedió a configurar los elementos necesarios en Weka para probar con cada uno de los 35 algoritmos que estaban disponibles (véase figura 3). Se elaboró una tabla comparativa del desempeño de cada algoritmo, ésta registraba sensibilidad, especificidad, curva ROC y exactitud.

```

relation "K15TWEKA-weka.filters.unsupervised.instance.InageFilter.ColorLayoutFilter-0C:\Program Files\weka-3-7-
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-01"
attribute edadMat numeric
attribute escolar numeric
attribute ocupacion numeric
attribute antFam02 numeric
attribute parentesco2 numeric
attribute antFam01a numeric
attribute parentesco1 numeric
attribute higiene numeric
attribute contaminacion numeric
attribute pesam01 numeric
attribute tallaMat numeric
attribute IM01a numeric
attribute TAD numeric
attribute TAD numeric
attribute TotCes01a numeric
attribute TotCes01b numeric
attribute TotCes01c numeric
attribute TotCes01d numeric
attribute TotCes01e numeric
attribute TotCes01f numeric
attribute IM01a numeric
attribute plaquetaMat numeric
attribute glucosaMat numeric
attribute colitasMat numeric
attribute P01a numeric
attribute glic01a numeric
attribute anemia numeric
attribute exControl01a numeric
attribute prediction(0bito,y0bito)
data
41,1,0,1,4,1,4,1,1,82,1.45,39.04,111,78,4,3,8,8,4,17,32,5,136,67,190,5,5,8,8,8,"0bito"
80,2,0,1,4,8,0,2,0,89,1.5,39.55,100,68,2,0,0,1,4,4,11,9,279,77,273,6,5,8,8,8,"0bito"
19,2,1,2,0,0,0,0,1,41,1.44,29.5,100,59,1,1,0,1,1,7,9,274,1,1,5,5,2,2,1,"0bito"
19,2,0,1,0,0,1,0,87,1.48,39.72,117,73,2,1,0,1,5,13,2,269,1,1,1,1,1,8,8,"0bito"

```

Figura 3. Archivo final para ser aplicado por los clasificadores

Para el desarrollo de la aplicación, es necesario contar con la validez del resultado de más de un algoritmo, esto le dará mayor certeza a la clasificación, si dos de los tres mejores algoritmos clasifican a una instancia como positiva o negativa, se puede inferir que el registro tiene características que lo hacen diferente de los demás.

Una vez que se realizó el análisis completo se determinaron los 3 mejores algoritmos, basados en el desempeño de éstos; las variables a considerar para medir el desempeño fueron sensibilidad, especificidad, valor de la curva ROC y la exactitud.

## RESULTADOS

Se realizaron las pruebas con 35 algoritmos, utilizando un total de 114 instancias, de las cuales 27 son positivas y 87 negativas. Utilizando un valor en la variable *Cross-validation* igual a 10, el algoritmo KStart mostró un desempeño superior a todos los demás obteniendo un valor en sensibilidad de 0.894, en especificidad un valor de 0.959, la curva ROC fue de 0.983 y la exactitud fue de 94.3420 (véase figura 4).

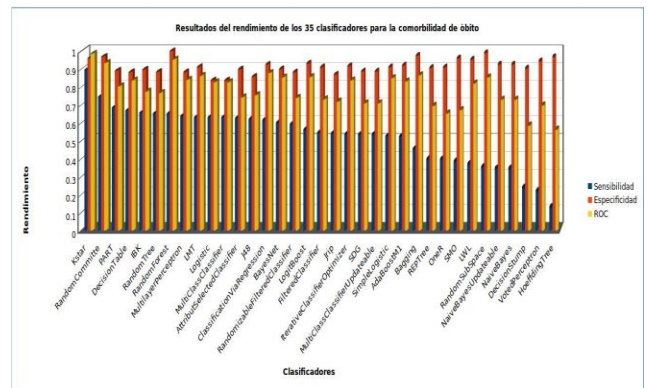


Figura 4. Gráfica comparativa de sensibilidad, especificidad y

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

curva ROC.

En la tabla 1 se muestran los resultados de los 35 algoritmos usados, se registran los valores de las variables sensibilidad, especificidad, Curva ROC y exactitud (véase tabla 1).

Tabla 1. Resultado de los 35 algoritmos para óbito

#	Clasificador	Sensibilidad	Especificidad	ROC	Exactitud
1	Kstar	0.89455	0.959	0.98385	94.342085
2	RandomCommitte	0.7447	0.9663	0.9332	91.35968
3	PART	0.6836	0.88665	0.803	83.991215
4	DecisionTable	0.667	0.8801	0.83555	82.938585
5	IBK	0.65405	0.89455	0.7739	83.72804
6	RandomTree	0.6503	0.88125	0.76555	82.631075
7	RandomForest	0.6485	0.99725	0.95265	91.447385
8	MultiayerPerceptron	0.6355	0.8806	0.83905	82.236825
9	LMT	0.6281	0.9083	0.86145	84.16665
10	Logistic	0.6281	0.8341	0.8254	78.508785
11	MultiClassClassifier	0.6281	0.8341	0.8254	78.508785
12	AttributSelectedClassifier	0.62345	0.89625	0.741115	83.245605
13	J48	0.61875	0.8547	0.75285	79.86843
14	ClassificationViaRegression	0.61335	0.9221	0.87675	84.91226
15	BayesNet	0.59825	0.8967	0.85295	82.587695
16	RandomizableFilteredClassifier	0.58915	0.87955	0.73775	81.052625
17	LogitBoost	0.55895	0.92875	0.8549	84.12279
18	FilteredClassifier	0.541	0.9077	0.7299	82.061885
19	Jrip	0.5372	0.86625	0.7172	78.815805
20	IterativeClassifierOptimizer	0.5333	0.91365	0.83565	82.36842
21	SDG	0.53175	0.88465	0.708	80.087725
22	MultiClassClassifierUpdateable	0.53175	0.88465	0.708	80.08774
23	SimpleLogistic	0.52235	0.90825	0.8491	81.666635
24	AdaBoostM1	0.5205	0.91795	0.82995	82.456135
25	Bagging	0.4517	0.97205	0.86465	84.868405
26	REPTree	0.3946	0.90465	0.6933	78.421065
27	OneR	0.38415	0.90705	0.6506	78.55265
28	SMO	0.38295	0.95775	0.67025	82.149095
29	LWL	0.3682	0.9508	0.81865	81.27194
30	RandomSubSpace	0.34965	0.987	0.8527	83.59647
31	NaiveBayesUpdateable	0.34225	0.92325	0.72845	78.55266
32	NaiveBayes	0.34225	0.92325	0.728	78.55273
33	DecisionStump	0.23495	0.9008	0.58325	72.32454
34	VotedPerceptron	0.2146	0.94115	0.6961	76.88598
35	HoeffdingTree	0.12445	0.9646	0.56055	76.5351

Los valores de sensibilidad y especificidad de los 3 mejores algoritmos son representados en la curva ROC (véase figura 5).

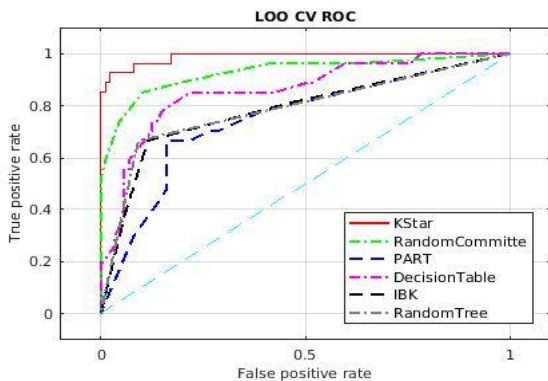


Figura 5. Curva ROC de los 5 mejores algoritmos.

Después de realizar las pruebas necesarias con los algoritmos disponibles se desarrolló una aplicación Java usando los 3

mejores algoritmos para ser aplicados en la clasificación de una sola instancia, los valores de las 27 variables fueron recolectadas a través de una interfaz gráfica para posteriormente ser clasificada como positivo o negativo, según el previo entrenamiento de los algoritmos para la comorbilidad de óbito (véase figura 6).

Figura 6. Interfaz principal para introducción de las variables.

En la figura 7 se observa el resultado de la clasificación en la cual 2 de los 3 algoritmos clasifica positiva o negativa la instancia que se le entregó a través de la interfaz (véase figura 7).

Figura 7. Resultado de la clasificación

## CONCLUSIONES

El análisis aquí comentado, así como la implementación de los 3 mejores algoritmos, dieron buenos resultados, así lo demuestra

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

el desempeño de éstos, la especificidad es superior a 0.8, lo cual sugiere que el resultado es confiable. Estos algoritmos tienen la capacidad de clasificar entre las dos clases propuestas utilizando los datos resultantes del proceso de análisis. Es necesario probar diferentes conjuntos de datos de esta naturaleza para poder documentar que los algoritmos antes descritos podrían ser implementados en la inferencia temprana del óbito en mujeres embarazadas y que presenta diabetes gestacional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al estudiante de maestría Francisco Abad Nava.

## **REFERENCIAS**

- [1] Flores Padilla, L., Solorio Paéz, I. C., (2014). Embarazo y obesidad: riesgo para desarrollo de diabetes gestacional en la frontera norte de México
- [2] Bougherara, L., Hanssens S., (2018). Diabetes gestacional. *EMC*. Volumen(54), pags. 1-2
- [3] Zaragoza García, O., Polanco García, J. C., (2017). Factores de riesgo asociados a la morbi-mortalidad perinatal en mujeres con diabetes gestacional del Sur de México
- [4] Moreno P., J. A. (2016). El índice de masa corporal pregestacional incrementado en nulíparas como factor de riesgo para obito fetal en el Hospital Belen de Trujillo.
- [5] Díaz F. D (2017). Desprendimiento Prematuro de Placenta - Óbito Fetal Revisión de Caso Clínico en un Hospital del Callao Abril 2016.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Componentes para la Creación de un inventario de servicios en una Bases de Datos Federada Centralizada.

Arodith Moncayo López.  
Instituto Politécnico Nacional  
SEPI ESIME Zacatenco  
(52) 55 64164519

amoncayol1600@alumno.ipn.mx  
ing\_aro23@hotmail.com

Graciela Vázquez Álvarez.  
Instituto Politécnico Nacional  
SEPI ESIME Zacatenco  
(52)(55) 57296000

gravazquez@gmail.com

Isaías Badillo Piña.  
Instituto Politécnico Nacional  
SEPI ESIME Zacatenco  
(52)(55) 57296000

ibadillo@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Este artículo muestra la forma de integrar los componentes necesarios para la creación de un sistema de inventario de servicios básicos en una base de datos federada Centralizada, que muestre información almacenada en diferentes sistemas de información, que manejan datos sobre programas de beneficio social en una entidad federativa en México.

Para la gestión de los servicios de una base de datos federada centralizada, se diseña el esquema global el cual permitirá dar visibilidad a la información contenida en la base de datos federada proveniente de los distintos programas sociales de las dependencias gubernamentales que otorgan los beneficios existentes en la comunidad y aprovechar lo que ya existe en los diferentes sistemas de información desarrollados de forma independiente para las distintas entidades del gobierno.

En este trabajo se ha identificado la forma de compartirlos eliminando datos que están duplicados en ellos, como pueden ser datos generales de los usuarios de los sistemas, y también llevar un mejor control sobre quien hace uso de los programas de beneficio social.

Finalmente se puede decir que bajo esta gestión existe una sola fuente de información, que satisface las necesidades detectadas por los organismos gubernamentales que distribuyen y administran beneficios de asistencia social de manera equitativa,

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

puesto que quedan todos ellos integrados.

### ABSTRACT

This article shows a model management for a basic services inventory system based on the normativity that provide the Business Process Management (BPM). This is going to contain a services list on Services Oriented Architecture (SOA) in Federated Data Bases, regulated by Project Management Body Of Knowledge (PMBOK).

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.

This management of centralized federated data base services will define through of the global scheme which is what it can query and take an advantage of the different social programs of which already have information in their own data bases.

The social programs management that are granted to the beneficiaries will be used to give visibility to information contained in the federated data base coming from different systems designed under GeneXus Increase Knowledge nomenclature (GIK). These services to be consulted or accessed and they are going to use a role and privileges provided by the inventory or services catalogue and they must be consumed according a role, privileges and a social program that requires it.

In this model there is just an information source. It satisfies the detected needs for government's agencies that distribute and administer social assistance benefits.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Categorías y Descriptores Temáticos

### Theory of computation

Database theory  
Database interoperability  
Data integration

### Information systems

Data management systems  
Information systems applications  
Enterprise information systems

### Applied computing

Enterprise computing  
Business process management systems

### Service-oriented architectures

### Términos Generales

Diseño de servicios.

### Palabras clave

Arquitectura Orientada a Servicios, Base de Conocimientos Incremental, Base de Datos Federada Centralizada, Cuerpo del Conocimiento para la Gestión del Proyecto, Gestión de Procesos de Negocio.

### Keywords

Business Process Management Federated Data Base, Knowledge Base GeneXus, Project Management Body Of Knowledge, Services Oriented Architecture.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo inicia su desarrollo en cuanto se detecta la duplicidad de información para el otorgamiento de programas de beneficio social que proporcionan varias dependencias de un gobierno estatal en México. Dichas dependencias (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares, entre otras), de forma individual manejan sus propios sistemas de información, destinados a otorgar uno o varios servicios.

Para lograr que la información no se encuentre repetida en varios sistemas, se sigue lo que se establece en la normatividad que brinda la Gestión de Procesos de Negocio (BPM). El cual contendrá un catálogo de servicios sobre Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) sobre bases de datos federadas todo esto, normado por la guía del Cuerpo del Conocimiento para la Gestión del Proyecto (PMBOK).

También se hará uso de la nomenclatura denominada Base de Conocimientos Incremental GeneXus (GIK) que es como se diseñan las interfaces utilizadas por los usuarios del sistema. El

acceso a dichos sistemas se hará utilizando un rol y privilegios proporcionados por el inventario de servicios, según el programa social que lo requiera.

En consecuencia en este trabajo se tiene como objetivo: “Diseñar un inventario de servicios básico sobre Arquitectura Orientada a Servicios, integrando y homologando la información de usuarios empadronados en los programas de apoyo gubernamental”.

## METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE PROCESOS

La metodología propuesta en el desarrollo de esta investigación es una de carácter sistémico, en la que se identifican las diferentes herramientas requeridas para la Gestión de los servicios que son integradas y cuyo orden obedece a la forma en que se encontró deben ser utilizadas.

En esta investigación se propone la administración o gestión de los servicios utilizando la Gestión de Procesos de Negocios (BPM, por sus siglas en inglés), en una arquitectura de base de datos federada mediante la integración de los componentes normativos, mostrados en la Figura 1, con la finalidad de realizar la práctica de integrar un conjunto de sistemas a través de una base de datos federada centralizada, la cual hará uso de una arquitectura orientada a servicios (SOA).

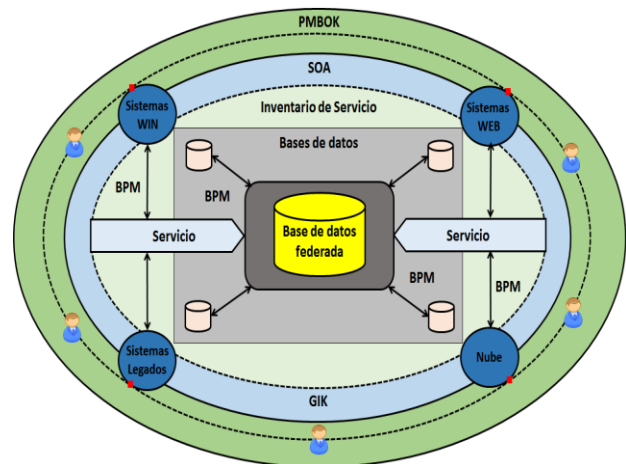


Figura 1. Componentes normativos de esta investigación.

La explicación y descripción de estos componentes se da a continuación:

En la capa exterior se observa la guía del Cuerpo del Conocimiento para la Gestión de Proyectos (PMBOK) [26], la cual administra la totalidad de lo considerado en este trabajo, esta guía sirve para garantizar el uso de las mejores prácticas de gestión, mediante la cual, se promueve y define un vocabulario



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

común para la aplicación de conceptos, describiendo así, el ciclo de vida para la *dirección* y los procesos relacionados en esta propuesta.

Además proporciona la flexibilidad de integrar y aplicar varias metodologías (Metodología de Sistemas Suaves, Metodología SCRUM, Metodología PRINCE2) y herramientas (GeneXus, Gestión de Procesos de Negocio, Arquitectura Orientada a Servicios) para implementar el marco de la dirección.

La siguiente capa hacia el interior representa la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA), la cual proporciona la normalización de los procesos de comunicación y la compartición de la información, a través de 9 principios identificados para ser considerados en el diseño y construcción. Los cuales se describirán más adelante.

En la capa central se encuentra la descripción de la Base de datos federada la cual tendrá almacenada el diccionario de datos de los metadatos de los usuarios y/o beneficiarios de los programas. Además de la conexión con las bases de datos de las diferentes dependencias, las cuales mantienen su infraestructura, reglas de negocio y seguridad.

La gestión de procesos de negocios (BPM), se encarga de la comunicación y flujo de los procesos de negocio entre los sistemas, la cual son interfaces que hacen visibles las bases de datos o los datos que se encuentran en ellas, y son el vínculo de conexión entre los usuarios y los servicios, mismos que podrán ser accedidos por medio de la nube, la Web, a través de sistemas legados, o cualquier sistema operativo (Windows).

Los servicios básicos contenidos en el inventario, estarán modelados y construidos bajo el estándar de la nomenclatura Base de Conocimientos Incremental GeneXus (GIK). La cual facilitará la compartición y reutilización de información entre bases de datos. Dichos servicios empiezan desde el empaquetamiento, verificación y validación de la información del usuario hasta el otorgamiento o denegación del servicio.

Los usuarios estarán fuera de la capa SOA. Pero, los registros de usuarios estarán dentro de esta arquitectura. Si un usuario nuevo quiere consultar información, la podrá solicitar a través de un servicio, el cual validará al usuario a través de los roles y privilegios para darle acceso a la base de datos federada.

## 1. Guía del Cuerpo de Conocimiento para la Gestión del Proyecto (PMBOK).

### Definición

“La guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos proporciona pautas, herramientas y técnicas para para la dirección de proyectos individuales y define conceptos

relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto”. [21]

Es una herramienta desarrollada por el Instituto para la Gestión de Proyectos (PMI) que describe la suma de los conocimientos y buenas prácticas involucrados en la profesión de la gestión y dirección de proyectos proporcionando una visión general mediante la implantación e interacciones entre un conjunto de 47 procesos dentro de 5 grupos de procesos de la dirección correspondientes a 10 áreas de conocimientos.

La dirección de proyectos indica que la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto. Identifica un conjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas aplicables a la mayoría de los proyectos.

Promueve un vocabulario común para el uso y la aplicación de los conceptos de la dirección de proyectos, el cual es un elemento esencial en cualquier disciplina y puede ser utilizado de manera consistente por todos los interesados del proyecto

Además, es un estándar desde 1998 reconocido por el Instituto Nacional de normalización de los Estados Unidos (ANSI), que describe normas, métodos, procesos y prácticas establecidos. Además, el conocimiento contenido en este estándar evolucionó a partir de las buenas prácticas reconocidas por profesionales dedicados a la dirección de proyectos que han contribuido a su desarrollo. Este estándar constituye una guía, más que una metodología específica. Se pueden utilizar diferentes metodologías y herramientas (MSS, Ágil, cascada, entre otras) para implementar el marco de la dirección de proyectos. [21]

## 2. Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)

SOA representa un modelo que persigue mejorar la agilidad y los costes de una empresa reduciendo la carga de Tecnología de Información de la organización. Esto se logra posicionando los servicios como forma de representar la lógica de negocio. Es un estilo arquitectónico para la construcción de aplicaciones de software orientado a servicios disponibles.

Es un modelo de arquitectura distribuida con características diferenciales en la realización de la orientación de servicios. Entre sus principales características se encuentran.

Para un mejor entendimiento de SOA hay que definir tres conceptos básicos. [1]

1. **Servicio.** Una tarea de negocios repetible (como el comprobar el crédito de un cliente o abrir una nueva cuenta).

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

2. **Orientada a servicio.** Es la forma de pensar sobre los negocios a través de servicios vinculados y resultados que proveen.
3. **Arquitectura Céntrica.** SOA, es una arquitectura céntrica de negocios que aprovecha la base sobre los principios orientados a servicios. Los cuáles serán el cimiento para el diseño de los servicios.

## Principios SOA [29]

1. **Contratos de servicio estandarizados (Nombre del servicio).** Tiene que estar explícitamente declarado. Los campos que forman parte de esta interfaz deben de estar correctamente prototipados y ser bien conocidos. el contrato del servicio esta auto descrito. Debe de existir una lista con estos contratos.
2. **Servicios de bajo acoplamiento.** Hace referencia al nivel de dependencia entre servicios, entre el proveedor y el consumidor. Cuanto menos acoplamiento exista habrá una mayor independencia para el diseño del servicio y su posterior evolución y mejoramiento.
3. **Abstracción de servicios.** Pone énfasis en ocultar los detalles internos del servicio, tanto como sea posible. El servicio debe de ser una caja negra, únicamente definido por su contrato, que a su vez es el mínimo acoplamiento posible con el consumidor del mismo. Los servicios no dependen de la interpretación o subjetividad de quien los utilice.
4. **Reutilización de servicios.** Proporciona una forma reaprovechar todos las reglas de negocio, encapsulándolas en forma de servicios para que sean reutilizados por otros servicios.
5. **Autonomía de servicios.** Indica el servicio tiene un alto grado de control sobre su entorno de ejecución y sobre la lógica que encapsula.
6. **Servicios sin estado.** El tratamiento de una gran información de estado afectaría gravemente a la escalabilidad del servicio, poniendo en riesgo su disponibilidad. Idealmente, todos los datos que necesita el servicio para trabajar provienen de los parámetros de entrada. En otras palabras. Los servicios deben de estar vacíos para que siempre estén disponibles.
7. **Capacidad de descubrimiento de servicios.** Al servicio se le dota de metadatos, gracias a los cuales puede ser descubierto de manera fácil y efectiva. Estos metadatos pueden ser interpretados de manera automática logrando ser reutilizados. Para ello es

necesario disponer de un mecanismo de descubrimiento (registro de servicios).

8. **Composición de servicios.** Define la capacidad de un servicio para formar parte de un servicio más complejo. A medida que la arquitectura SOA se consolide, los nuevos servicios (de más alto nivel o complejidad) podrán implementarse a partir de los servicios de más bajo nivel ya existentes. La implementación de nuevos servicios se reducirá al mínimo y que los nuevos servicios se crearan a partir de otros ya preexistentes.
9. **Interoperabilidad de servicios.** En realidad es una propiedad que forma parte de todos los demás principios. Cada uno de los anteriores contribuye a la interoperabilidad de alguna manera. En la arquitectura SOA, el problema de la falta de esta cualidad es uno de los más importantes. Hay que tener en cuenta que muchos de los servicios que intervienen se implementan con tecnologías diferentes, incluso de sistemas operativos diferentes. Por ejemplo, un servicio realizado en JAVA que se ejecuta sobre LINUX que invoca a otro implementado en .NET corriendo en una computadora con WINDOWS. En otras palabras. Elimina ambigüedades en la comunicación la cual debe de ser veraz y puntual entre los servicios que se implementan.

## 3. Gestión de Procesos de Negocio (BPM) [20]

### Definición

BPM es un sistema de gestión enfocado a perseguir la mejora continua del funcionamiento del funcionamiento de las actividades empresariales, ayudando a las personas a administrar su trabajo, resolver de forma rápida y eficiente sus tareas, facilitar la colaboración entre departamentos y tomar correctamente decisiones con una orientación a la consecución de objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Un proceso de negocio se gestiona por un conjunto de normas, políticas y prácticas que permiten coordinar una serie de actividades relacionadas. *Business Process Management (BPM)* es una disciplina que considera a los procesos de negocio como activos, y se concentra en alcanzar los objetivos de las organizaciones, por medio de mejoras, gestión y control de los métodos, técnicas y herramientas, para analizar, modelar, publicar, mejorar y controlar los procesos que involucran recursos humanos, aplicaciones, documentos y otras fuentes de información. Administrando su ciclo de vida, proporcionando un

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

marco de gobierno, con el objetivo de la mejor toma de decisiones.

## 4. Base de Conocimientos Incremental GeneXus (GIK)

Esta herramienta propia de una ICASE, Permite la Homologación de las nomenclaturas de los sistemas de información. Facilitando así la compartición y reutilización de información entre sistemas y las bases de datos dentro de la federación.

## RESULTADOS

1. Se identificaron las dependencias que brindan servicios o beneficios y sus correspondientes reglas de negocio para el control de sus beneficiarios registrados. BDF
2. Se diseñaron los servicios básicos (Alta, Baja, Consulta y Actualizar) apegados a los principios de diseño SOA, integrados y apoyados por guía la gestión de proyectos PMBOK, además de la gestión del conjunto de normas para la coordinación los procesos de negocio BPM.
3. Se visualizó a la BDF como un conjunto de bases de datos que comparten información que se encuentra distribuida bajo el concepto de federación.
4. Sistemas de bases de datos totalmente autónomos.
5. Creación de contraseñas de usuario robustas.

## CONCLUSIONES

Se identificaron los diferentes componentes para lograr una integración gradual de todos los programas de asistencia social en una única plataforma segura y que utilice un conjunto de servicios construidos a la medida organizados en un inventario. Se diseñaron los servicios necesarios para compartir información de la base de datos federada entre los diferentes sistemas que así lo requirieron.

## REFERENCIAS

- [1] Claus T. Jensen, Wiley Brand 2013. SOA Design Principles, IBM Limited Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey USA.

- [2] Connolly, Thomas M.; Begg, Carolyn R. 2005. Sistemas de bases de datos. Un enfoque práctico para diseño, implementación y gestión, Cuarta Edición. Pearson Education S.A., Madrid, España.
- [3] Dijkstra Edsger W. 1983. "The Structure of the "The" Multiprogramming system." Communications of the ACM. Association for computing Machinery, Inc. Amsterdam, Holanda.
- [4] Espejo R., 1989. The Viable System Model Interpretation and Applications of Stafford Beer USM. Espejo and Harden Editors. Chichester.
- [5] Espinal Martín Yanet. 2008. Arquitectura del Software Arquitectura Orientada a Servicios. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Habana, Cuba.
- [6] Espino Barrios Luis Fernando, 2010. Sistemas de bases de datos federadas. Instituto tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
- [7] Garret, J. J., 2011. The elements of user experience: user – centered design for the web and beyond. New Rider USA.
- [8] Germán A. de la Reza. Mayo/Agosto. 2010. De la dicotomía analítica–sistémica a la conexión inter–método. Apuntes para la normatividad de la investigación interdisciplinaria. Versión impresa ISSN 0187-5795. Argumentos (México, D.F.), vol.23, no.63. México.
- [9] González Quiroga María, Comellas Colomé Jaume. 2011. Estudio de arquitecturas de Redes Orientadas a Servicio. Universidad Politécnica de Cataluña España.
- [10] Hernández Coca Guadalupe, 2010. Ciclo de vida de las bases de datos. Escuela superior de Huejutla, Universidad Autónoma de Hidalgo, Hidalgo, México.
- [11] IBM Corp. Software Group, 2005. Fundamentos IBM SOA para sustentar los objetivos empresariales, NY, USA.
- [12] Juan F. Guerrero Martínez, José v. Francés Villora. Curso 2010-2011. Sistemas electrónicos para el tratamiento de la información, Tema 9. Fundamentos de los sistemas multiprocesadores. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Electrónica. Universidad de Valencia, España.
- [13] L. Hass & E. Lin, 2002. "IBM Federated Database Technology," IBM Corporation, NY, USA.
- [14] Martínez Gomáriz Enric, 2010. Diseño de sistemas distribuidos. Fundación politécnica de Cataluña, Barcelona. España.
- [15] Matthew T. Mullarkey, 2014. Inter-Organizational Social Network Information Systems: Diagnosing and Design. University of South Florida, USA.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [16] Oracle Corp., E-Book 2016. Integre la nube, simplifique con las soluciones de integración de Oracle Cloud, capítulo 6. Introducción de la plataforma Oracle como servicio. USA.
- [17] Oracle Corp., Oracle SOA Suite 12c – una descripción detallada. Simplifique la integración. Documento informativo de Oracle 2014. USA.
- [18] Parnas D. 1972. On the Criteria for Decomposing Systems into Modules. Communications of the ACM.
- [19] Pérez Ríos J. 2008. Aplicación de la cibernética organizacional al estudio de la viabilidad de las organizaciones. Patologías organizativas frecuentes. Revista Dyna, Volumen # 83, Numero # 5, p.265-281. Federación de Asociaciones nacional de ingenieros industriales de España.
- [20] Peter Fingar, De Laurentiis Renato, Mora Marcelo, Robles Carlos Rafael, Campos Reyes, Bouchon Guy. 2017. El libro del BPM y la transformación digital, Gestión, Automatización e Inteligencia de Procesos (BPM). Club-BPM, Business Process Management, Centro Oficial BPM, España y Latinoamérica.
- [21] PMI Intitute, 2015. Guía de fundamentos para la gestión de proyectos (Guía del PMBOK), Quinta edición. Project Management Intitute, Newtown Square, Pennsylvania. EE.UU.
- [22] Ramez A. Elmasri & Shamkant B. Navathe. 2009. Fundamentos de sistemas de bases de datos. Quinta edición. Addison – Wesley.
- [23] Ramón Gómez-Romero, Karen Cortes Verdín. , Juan Carolos Pérez Arriaga, Ángeles Arenas Valdez, 2014. Desarrollo de una arquitectura orientada a servicios para un prototipo de una línea de productos de software. Universidad Veracruzana, Facultad de estadística e informática, Xalapa Ver., México.
- [24] Rodríguez Velazco Carmen L., Pueyo Villa Silvia, 2015. Metodología de la investigación científica. Fundación universitaria iberoamericana (FUNIBER).
- [25] Saltor Félix, 2009. Manual de referencia, sistemas de bases de datos federadas. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. España.
- [26] Sandra Milena Caicedo, Ligia Stella Bustos R., Jerónimo Rojas Díaz, revista UTP volumen 3, número 40. 2008. Integración de procesos utilizando la arquitectura orientada a servicios SOA.
- [27] Sheth & Larson 1990, Federated database systems for managing distributed, heterogeneous, and autonomous databases. USA.
- [28] Serman, J. D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. 2000. Boston, USA, Irwin McGraw-Hill.
- [29] Thomas Erl., SOA Principles or Services Design 2011. Prentice Hall.
- [30] Thomas Erl., Foreword by Grady Booch 2009. SOA Design Patterns. Prentice Hall.
- [31] V. Buch, “Database Architecture Federated vs. Clustered,” Oracle Corporation 2002.
- [32] Vilajosana Guillen Xavier, Navarro Moldes Leandro. 2012. Arquitectura de aplicaciones web. Cambridge. Addison – Wesley.
- [33] Wahli Uelli, Lee Ackerman, Di Bari Alessandro, Hodhkinson Gregory, Kesterton Anthony, Olson Laura, Portier Bertrand. 2007. Building SOA Solutions Using the Rational SDP. BM Corp. NY, USA.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Determinación del rendimiento escolar sobre la población de Colombia de acuerdo a la incidencia en el consumo de droga

Jorge Rodríguez  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
jrodriguezr@udistrital.edu.co

Jan Vargas  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
jamvargasm@correo.udistrital.edu.co

Arnold Alfonso  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
asalfonso@correo.udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Para solucionar el problema se abordará la metodología KDD para determinar la incidencia del consumo de drogas por parte de la población en el rendimiento escolar, ya que es muy común consumir alucinógenos y pastillas medicinales debido a las situaciones que le aquejan. Se demostrará que el consumo de drogas desde temprana edad, puede generar trastornos físicos y/o psicológicos que determinaran la personalidad del individuo que la consume.

### ABSTRACT

In this paper, we determines the incidence of drug use by the population in school performance, which is very common to consume hallucinogens and medicinal pills due to the situations that afflict them. It has been shown that the consumption of drugs from the age, can generate physical and / or psychological disorders that determine the personality of the individual who consumes it.

### Palabras clave

Drogadicción, rendimiento escolar, descubrimiento de conocimiento en bases de datos, aprendizaje computacional, Naive Bayes.

### Keywords

Drug addiction, school performance, knowledge discovery in

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

databases, machine learning, Naive Bayes.

### INTRODUCCIÓN

El consumo de drogas en Colombia ha aumentado a través de los años[1], tanto las de uso medicinal como las alucinógenas; esto se da porque en el caso de las medicinales, la oferta desmesurada y la falta de un control riguroso han hecho que sea fácil obtener en las farmacias cualquier medicamento sin prescripción médica, pasando por alto las leyes vigentes [2]; y con las drogas o sustancias psicoactivas que están prohibidas de alguna u otra manera el país ha sufrido una metamorfosis, porque ha pasado de ser un país productor a uno consumidor, donde la venta de alucinógenos ha aumentado y los sitios clandestinos se dan a conocer con mayor facilidad, pues a ellos se llega por el voz a voz de consumidores y también de los que no son, además que después de consumir droga varias veces el cuerpo, o mejor la mente siente la necesidad de conseguirlas [3] y es en ese punto donde las personas consumidoras descuidan su vida escolar por sumirse en un mundo un tanto fantasioso trayendo consigo unas conductas incontrolables que pueden afectar el rendimiento con respecto a sus actividades diarias donde la academia ha sufrido mucho porque cada vez es más frecuente ver estudiantes sumidos en ese mundo de las drogas (prohibidas).

Este estudio hace uso del algoritmo Naive Bayes para determinar el perfil de rendimiento de un alumno en sus actividades diarias para ellos se usará la metodología KDD (Knowledge Discovery in Databases) y se hará uso de la minería de datos que es la que nos permitirá traer de un conjunto de datos en este caso 1199 datos la posibilidad de que una persona tenga un rendimiento alto, medio o bajo en sus actividades diarias.

### DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO ESCOLAR

El consumo de drogas alucinógenas en el país ha aumentado de manera exponencial [3]; lo que ha traído serias consecuencias sociales a nuestra población aumentando los hurtos [4] y los



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

engaños por parte de la población consumidora de alucinógenos, por otro lado las personas farmacodependientes generan más excusas para auto-medicarse a su antojo (insomnio, dolor de cabeza, etc.) esto aumenta porque no existen programas gubernamentales que mitiguen e informen a la población de las consecuencias ocasionadas por el consumo desmedido de este tipo de sustancias, la población vulnerable se convierte en dependiente rápidamente porque la oferta es bastante amplia, sumado a esto, la facilidad con la que se consiguen, existiendo gente sin escrúpulos por parte y parte que lo único que buscan es un beneficio monetario sin importarles nada la vida del consumidor.

Las asociaciones no gubernamentales y sin ánimo de lucro (generalmente) hacen esfuerzos por sacar a muchas personas del mundo de las drogas [5], pero son paños de agua tibia en un río ya crecido, se debe comenzar por la desintoxicación total del individuo consumidor ya que el cuerpo las asimila y empiezan a hacer parte del organismo causando daños serios donde la mayor cantidad de veces provocan daños irreversibles.

Existen investigaciones de cómo influyen este tipo de sustancias en los individuos que consumen algún tipo de droga (no necesariamente alucinógena) que han intentado determinar de manera retrospectiva los aspectos psicológicos, sociales, culturales y los tipos de creencias que influyen desde edades tempranas e inducen a una persona a refugiarse en ese mundo de las drogas.

No todos los individuos cumplen con los patrones establecidos, inclusive algunas veces no se sabe la razón por la cual una persona se inicia en el consumo de algún tipo de sustancia dado que las situaciones que inciden en el individuo que determinan y justifican el consumo (al menos para los casos estudiados y conocidos) no son concluyentes para acertar en la respuesta, por este motivo el algoritmo a utilizar Naïve Bayes determinara cual posiblemente es el rendimiento de una persona consumidora a partir de los datos obtenidos de estudios realizados por el Gobierno Nacional de Colombia [6] lo que ayudara a establecer los criterios necesarios para crear la base de datos que identificara los perfiles y rendimiento.

En las actividades diarias de las personas consumidoras de algún tipo de droga, así mismo la categoría en la que se encuentra, de acuerdo a su rendimiento donde será necesario evaluar los factores que pueden estar implicados en el desarrollo emocional de una persona.

Desde un punto de vista psicológico, es posible que los adolescentes y jóvenes que consumen determinada droga, posean trastornos de la personalidad los cuales quedan reflejados en el rendimiento escolar e incluso social, el estudio permitirá establecer que tanto afecta esto de acuerdo a edad, sexo, escolaridad, consumo de drogas entre otros; y surge la siguiente inquietud: ¿cuál podría ser el perfil social de una persona que se administra algún tipo de droga y qué incidencia tiene este consumo sobre el rendimiento en las actividades cotidianas que realiza?.

## METODOLOGÍA

El método a aplicar es la investigación científica descriptiva-exploratoria con enfoque experimental. De acuerdo con el proceso formal de investigación, se utilizó un método hipotético-deductivo bajo el cual se formuló una hipótesis, que a través de un razonamiento deductivo se validó de manera empírica. Se buscó establecer, con base en la experimentación, un mecanismo de ponderación de los indicadores de evaluación de los algoritmos de forma tal que sea posible comparar dichos mecanismos.

Las etapas desarrolladas en este proceso de investigación, son:

- a) Análisis y selección de algoritmos. En esta etapa el caso de estudio fue de vital importancia, y las conclusiones producto del estado del arte fueron el insumo para realizar la selección de los algoritmos.
- b) Definición de dominio y contexto en el cual se realizaron las pruebas y comparación de los algoritmos.
- c) Definición y aplicación de pruebas para la comparación de la efectividad de los algoritmos.
- d) Con base en las pruebas realizadas, se realizó la evaluación de cada uno de los algoritmos en cuanto a la efectividad.

## SELECCIÓN DE DATOS

Para desarrollar esta etapa los datos se extraen de los estudios nacionales de consumo de drogas en Colombia realizados por el Ministerio del Interior y de Justicia, el Ministerio de la Protección Social y la Dirección Nacional de Estupefacientes [6][7], quienes cada año presentan un informe sobre el consumo de drogas en Colombia donde analizan los tipos de drogas y/o sustancias que consume la población en general siendo estas de carácter legal como lo son (alcohol, medicinales, inhalables entendiéndose esta última como los inhaladores para controlar algún déficit respiratorio) para este paso se contó con un conjunto de datos de 1200 registros los cuales se tomaron como muestra, se cuenta con información de tipo descriptivo y se cuentan con datos como edad, el consumo de ciertos tipos de sustancia y cuál es su promedio con respecto a estas variables.

## PREPARACIÓN DE LOS DATOS

En la etapa de preparación se pretende que los 1199 datos pasen por una limpieza y sean de calidad para que cuando se empleen puedan generar adecuadamente los modelos, patrones o reglas para el problema planteado, lo que significa que se verificarán, se procederá a analizar dato por dato para corroborar que la información este completa y sea consistente, eliminando datos erróneos e inconclusos para que al momento de la implementación los datos sean de calidad y no generen errores, después de sometido el conjunto de datos a esta revisión se puede establecer si se tiene una estructura de datos adecuada y si es más efectiva que la que no se sometió a este pre procesamiento.

Por otro lado en este paso de la metodología KDD se toman datos relevantes y determinantes para el modelo que se quiere seguir, donde para la solución adecuada del problema se tomaron iguales muestras de datos de sustancias y/o drogas legales como de las que no lo son ya que inicialmente en los datos originales se contaban con más datos de tipo ilegal lo que iba a hacer que el algoritmo que se implementara no podría

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

establecer patrones y los errores serían mayores, también se debe tener en cuenta que cuando se implementa un conjunto de datos grande se aumenta la sensibilidad al ruido por lo que estos deben ser de la mejor calidad posible.

## TRANSFORMACIÓN DE LOS DATOS

A partir de los 1199 datos disponibles con 12 variables se generó 1 variable más, la cual fue estudia, lo que permitió que las variables con respecto a la clase fueran más consistentes. El procedimiento anterior se desarrolló con el fin de poder tener una certeza en los datos preparados, de esta forma es posible identificar el grado de drogadicción de los estudiantes con un error de fallo mínimo.

Por otro lado los datos también se prepararon ya que estos originalmente tenían mayúsculas y minúsculas mezcladas, esto no afecta de ningún modo la información suministrada pero si la sintaxis y si se tiene en cuenta que WEKA (Entorno para el análisis de conocimiento de la Universidad de Waikato) distingue entre estas al momento de implementar los datos aparecería más información y sería inconsistente para corroborar por ello se tomó el conjunto de datos sin este pre procesamiento y se pudo ver que el error absoluto relativo generado era de un 30.1593% lo que significaba que no era muy efectivo, pues casi la mitad de los datos con los que se disponía no eran de muy buena calidad, una vez se analizó la causa de este error, que había más información de la deseada que existían mayúsculas y minúsculas y no había una estandarización por este motivo el error era tan alto.

Luego con la agregación de las dos variables, más la información, se consolida de mejor manera, porque el algoritmo podrá determinar el patrón más efectivo reduciendo considerablemente la tasa de error esto permite que en las siguientes fases los datos sean más estables y la determinación del problema sea mejor.

## PROCESO DE MINERÍA DE DATOS

En este paso del proceso KDD se identifica que para este problema específico la tarea es asociar de acuerdo a las variables el tipo de promedio que tiene una persona ya sea consumidora o no.

Para este paso se tiene en cuenta que la minería de datos (DM) [8] posee algoritmos supervisados para el caso Determinación del rendimiento escolar sobre la población de Colombia de acuerdo a la incidencia en el consumo de drogas se debe aplicar un algoritmo de tipo supervisado que se encargara de descubrir las tendencias y patrones de los datos, donde no se poseen variables a predecir por que los registros se agrupan por similitud y de se toman acciones con respecto a la información suministrada [9], donde el algoritmo se aprende un clasificador [10].

## IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN

Para el problema expuesto en este artículo se debe tener cuenta los valores posibles de cada uno de los atributos (variables independientes) y la relación que existe con la clase (variable dependiente de los datos).

Así mismo, se aplicara el método de Naïve Bayes lo que permitirá encontrar los modelos necesarios basados en los datos, el cual permite establecer una relación de dependencia entre cada atributo y la clase (Fig. 1).

Un clasificador de Naïve Bayes es un clasificador probabilístico, el cual se basa en aplicar el teorema de Bayes con fuertes supuestos de independencia (1).

Fórmula general para determinar la probabilidad usando el teorema de Bayes:

$$p(C|U1, U2, \dots, Un) = P(c) \cdot \prod_i \frac{p(C|U_i)}{p(U_i)} \quad (1)$$

Tal como se muestra en la ecuación (2) dicho método se efectuará desde WEKA; una vez que se han preparado los 1199 datos, ésta, suministra los resultados mostrados en la tabla 1.

$$p(U1, U2, \dots, Un|C) = \prod_i p(U_i|C) \quad (2)$$

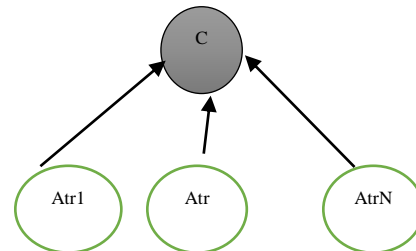


Fig. 1. Diagrama de Red Naïve Bayes.

Tabla 1. Compilación de datos obtenidos.

Clase	Bajo	Medio	Alto
Atributo	0.71	0.19	0.09
<b>SEXO</b>			
Hombre	496	131	60
Mujer	363	104	51
Total	859	235	111
<b>ALCOHOL</b>			
No	332	88	31
Si	527	147	80
Total	859	235	111
<b>CIGARRILLO</b>			
Si	283	68	36
No	576	167	75
Total	859	235	111
<b>INHALABLES</b>			
No	811	208	109

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Clase	Bajo	Medio	Alto
Atributo	0.71	0.19	0.09
Si	48	27	2
Total	859	235	111
<b>TRANQUILIZANTES</b>			
No	811	215	105
Si	48	20	6
Total	859	235	111
<b>MARIHUANA</b>			
No	747	188	110
Si	104	45	1
Total	851	233	111
<b>COCAÍNA</b>			
No	807	218	110
Si	52	17	1
<b>BASUCO</b>			
No	814	209	110
Si	45	26	1
Total	859	235	111
<b>EXTASIS</b>			
No	816	212	110
Si	43	23	1
Total	859	235	111
<b>NIVEL ACADÉMICO</b>			
Primaria	78	2	1
Bachillerato	681	9	1
Total	759	11	2
<b>ESTUDIA</b>			
Si	701	178	110
No	154	57	1
Total	855	235	110

De lo anterior se puede deducir que hay menos mujeres encuestadas para la obtención de los datos y que los hombres inciden más en el consumo de drogas, pero que las diferencias entre ambos sexos es baja, lo que nos permite concluir que las sustancias la consumen en un 60% los hombres y en un 40% las mujeres, como se puede ver en la figura 2, la determinación del promedio de acuerdo al sexo es en mayor medida bajo.

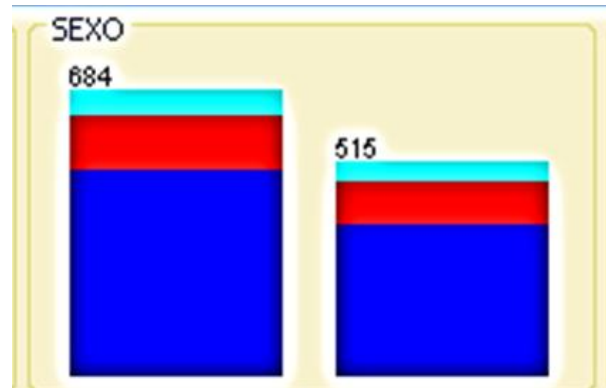


Fig. 2. Composición de los datos de acuerdo con el sexo del estudiante.

Analizando porque no se clasificó correctamente los 114 datos se descubrió que existían menos datos con respecto a una clase y por este motivo el algoritmo no pudo aprender muy bien sobre estos.

Acorde a lo que nos muestra la Tabla 2, lo anterior confirma la incidencia negativa que efectúa el consumo de drogas sobre el desempeño académico y laboral en la población colombiana.

Adicionalmente, se observa que hay datos que no pudieron ser clasificados de forma satisfactoria, esto se debe a que a mayor cantidad de variables de determinada categoría produce un sobre-entrenamiento del algoritmo; lo anterior se corrigió modificando algunos de los datos erróneos teniendo en cuenta su composición estructural.

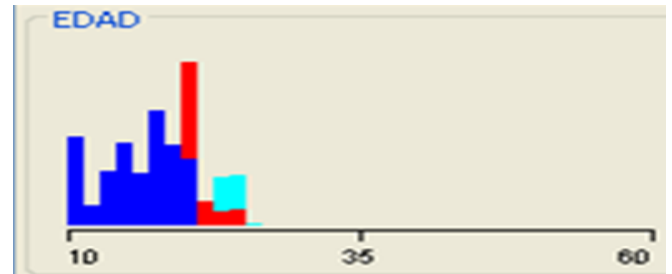


Fig. 3. Relación del promedio de acuerdo a la edad.

Tabla 2. Matriz de confusión

=== Matriz de Confusión ===

A	B	c	Clasificación
181	78	37	a=Alto
54	246	163	b=Bajo
8	41	391	c=Medio

## CONCLUSIONES

Luego de aplicar la metodología KDD a los 1199 datos recolectados e implementando el método Naïve Bayes desde la

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

herramienta WEKA, se pudo observar que la mayoría de personas que no consumen drogas tendían a generar promedios bajos, no obstante un cierto porcentaje generaba promedios altos, cosa que no ocurría con los que si consumían drogas, pues, se observa claramente que para estos casos el promedio bajo era el que predominaba y en muy pocos casos se generaban valores medios o altos.

Con estos resultados se puede afirmar que el consumo de drogas afecta notablemente el rendimiento académico de un individuo, pero que afecta de mayor manera a aquellos que consumen drogas de tipo ilegal como lo son el basuco, la marihuana, el éxtasis, etc., la razón principal de que estas sustancias causan efectos irreversibles en el cerebro [11] y en sus funciones; y esto obviamente disminuye la capacidad para realizar las actividades diarias con un rendimiento alto.

Se concluye también que los resultados obtenidos son satisfactorios, teniendo en cuenta que el error absoluto fue de tan solo un 25,18% y así mismo los casos clasificados correctamente son 897, esto es un 74,81% de efectividad a la hora de la implementación. Revisando la matriz de confusión, esta suministra valores favorables de acuerdo a la efectividad en la clasificación por cada campo de evaluación, en este caso el promedio de rendimiento escolar (alto, medio, bajo).

## REFERENCIAS

- [1] Tomado del mundo.com edición 24 de septiembre de 2013.
- [2] Sobre medicación y sus efectos tomado de <http://www.drmarcofranzreb.com/blog/2013/03/07/tomar-muchos-medicamentos/>
- [3] Tomado de consumo de drogas.net, el consumo de drogas y los efectos en el cerebro.
- [4] Jiménez Martos, Raquel. Ana María Rosser Limiñana febrero 2013, delincuencia juvenil y consumo de drogas: factores influyentes.
- [5] Tomado de la revista semana del 11 de abril de 2012, Algunas ONG ofrecen propuestas para la discusión sobre drogas en la Cumbre.
- [6] Gobierno Nacional de la República de Colombia (2011). Estudio Nacional de consumo de sustancias psicoactivas en población escolar. Bogotá: autor. Ministerio de Justicia y del Derecho (Observatorio de Drogas de Colombia).
- [7] Gobierno Nacional de la República de Colombia (2008). Estudio Nacional de consumo de sustancias psicoactivas. Bogotá: autor. Ministerio de la Protección Social (MPS) y la Dirección Nacional de Estupeficientes (DNE).
- [8] Silva, Maximiliano. Minería de Datos y descubrimiento del conocimiento.
- [9] Gervilla García, Elena. Rafael Jiménez López, la metodología del Data Mining.
- [10] Rodríguez R, Jorge Enrique. Software para clasificación/predicción de datos, 8 febrero 2007.
- [11] Tomado de elclarin.com. Edición martes 08.10.2002, El éxtasis que algunos usuarios de drogas ingieren en una sola noche podría causarles daños cerebrales permanentes.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Estimación de la calidad del aire (AQS) y sus agentes contaminantes a partir de técnicas de minería de datos

Jorge Rodríguez  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
jrodri@udistrital.edu.co

Laura Valbuena  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
laura-evr@hotmail.com

Harold Rojas  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
hfr-gt@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este artículo se muestra el proceso de aplicación de minería de datos para la estimación de la calidad del aire y sus agentes contaminantes. Recientes estudios demuestran que la exposición a diferentes contaminantes ambientales, se asocian con un incremento en la incidencia de asma, severidad en el deterioro de la función pulmonar, así como mayor gravedad en la presentación de las enfermedades respiratorias de niños y adolescentes; por consiguiente, se puede deducir qué tipo de partículas, y agentes contaminantes se encuentra en el aire y como se afecta la calidad de esta en la salud humana y animal.

### ABSTRACT

In this paper we show the application process of data mining for the estimation of air quality and its pollutants. Recent studies show that exposure to different environmental pollutants is associated with an increase in the incidence of asthma, severity in the deterioration of lung function, as well as greater severity in the presentation of respiratory diseases in children and adolescents; therefore, it can be deduced what type of particles, and polluting agents are in the air and how the quality of this is affected in human and animal health.

### Palabra clave

Calidad del aire, minería de datos, aprendizaje computacional,

preparación de datos, árboles de decisión.

### Keywords

Air quality, data mining, machine learning, data preprocessing, decision tree.

### INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como propósito analizar datos puntuales relacionados con la calidad del aire en los últimos 60 años, en la región de los estados unidos de américa. Desde las últimas décadas, el medio ambiente ha venido cambiando, como resultado de los avances industriales y de consumo, propios de la postguerra. Este crecimiento exponencial de la industria ha sugerido un aumento de la polución, centrándose con la compleja situación de hallar el nivel de polución que hay en la atmosfera de acuerdo a los datos obtenidos.

Al tener un claro conocimiento de la calidad de aire disponible en el ambiente se podrá analizar los tipos de químicos que se lanzan a la atmosfera diariamente, durante un periodo de tiempo extendido. Además, podremos entender el nivel de contaminación que hay el medio ambiente, por medio de la polución en el aire.

A partir del análisis de estos datos podremos comprender el impacto de los agentes disponibles en el aire, sabiendo cuales son los factores que determinan no solo la contaminación, también que partículas afectan la salud humana, de la flora y la fauna.

### PROBLEMA

Dado a los cambios medioambientales generados en las últimas décadas, se ha planteado la necesidad de saber la calidad del aire que hay en la actualidad, teniendo en cuenta los datos obtenidos en los diferentes sectores de la unión americana.

Históricamente los Estados Unidos de América, ha sido un estado industrializado, iniciando este proceso desde mediados del siglo XIX y logrando su auge en las primeras décadas del siglo XX. Este avance industrial, arraigado a un alto consumo de bienes contaminantes como automóviles y su dependencia de combustibles fósiles ha traído como consecuencia un impacto en la calidad del aire en los 50

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

estados de la Unión Americana, tanto en las regiones industriales, como en las regiones de extracción de insumos minero-energéticos.

Los resultados económicos de estas prácticas han sido interesante para los EE.UU. ya que entre 1995 y 2000, a este país le correspondió un tercio de la expansión económica mundial, según cifras del Consejo de la Competitividad, una organización sin fines de lucro. Entre 1983 y 2004, las muy elevadas importaciones de EE.UU. representaron cerca del 20 por ciento del incremento de las exportaciones mundiales [1].

Pero estos altos índices de crecimiento económico tienen un gran impacto medioambiental, en especial en los agentes contaminantes que reposan en el aire de EE.UU. como el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) entre otros.

Por ejemplo el NO<sub>2</sub> es un gas de color marrón claro producido directa e indirectamente por la quema de combustibles a altas temperaturas como ocurre en los automóviles y plantas termoeléctricas. En el proceso de combustión, el nitrógeno en el combustible y el aire se oxidan para formar principalmente óxido nítrico (NO) y en menor proporción NO<sub>2</sub>. El NO emitido se convierte en NO<sub>2</sub> mediante reacciones fotoquímicas condicionadas por la luz solar. El NO<sub>2</sub> se combina con compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar para formar ozono [2].

Niveles elevados de dióxido de nitrógeno pueden irritar los pulmones y disminuir la función pulmonar, así como disminuir la resistencia a infecciones respiratorias. Y es que la irritación que provoca este contaminante se relaciona con un aumento de la mucosidad de las vías altas respiratorias, lo que puede hacer aumentar las infecciones respiratorias y reagudizar los síntomas de pacientes con enfermedades crónicas respiratorias, asmáticos y alérgicos. De hecho, recientes estudios científicos relacionan la exposición a NO<sub>2</sub> con una mayor incidencia de bronquitis, especialmente en mayores e inmunodeprimidos, así como de bronquiolitis en niños [3].

Los estudios epidemiológicos demuestran que la exposición a diferentes contaminantes ambientales, incluso a niveles por debajo de las normas internacionales, se asocian con un incremento en la incidencia de asma, severidad en el deterioro de la función pulmonar, así como mayor gravedad en la presentación de las enfermedades respiratorias de niños y adolescentes. [4]

Comprendiendo lo anterior se puede entender qué tipo de partículas, y agentes contaminantes se encuentra en el aire y como se afecta la calidad de esta en la salud humana y animal. Para así lograr entender su impacto de estos agentes contaminantes suspendidos en el aire y como ayudar con estos datos con el fin de aportar a soluciones que permitan recuperar la calidad del aire, impactando en el bienestar del medioambiente y en la salud de todos los afectados.

## METODOLOGÍA

El método a aplicar es la investigación científica descriptiva-exploratoria con enfoque experimental. De acuerdo con el proceso formal de investigación, se utilizó un método hipotético-deductivo bajo el cual se formuló una hipótesis, que a través de un

razonamiento deductivo se validó de manera empírica. Se buscó establecer, con base en la experimentación, un mecanismo de ponderación de los indicadores de evaluación de los algoritmos de forma tal que sea posible comparar dichos mecanismos.

Las etapas desarrolladas en este proceso de investigación, son:

a) Análisis y selección de algoritmos. En esta etapa el caso de estudio fue de vital importancia, y las conclusiones producto del estado del arte fueron el insumo para realizar la selección de los algoritmos.

b) Definición de dominio y contexto en el cual se realizaron las pruebas y comparación de los algoritmos.

c) Definición y aplicación de pruebas para la comparación de la efectividad de los algoritmos.

d) Con base en las pruebas realizadas, se realizó la evaluación de cada uno de los algoritmos en cuanto a la efectividad.

## PREPARACIÓN DE DATOS

### Recopilación e integración de datos

Los datos serán extraídos de la base de datos AQS, la cual tiene información de la calidad del aire, recolectados por la EPA (Environmental Protection Agency) de manera anual, diaria y por hora, estos datos pueden ser consultados en AirData, los cuales contienen archivos generados previamente; para obtener datos en tiempo real se pueden consultar en AirNow Gateway.

Para este proyecto de investigación se analizarán los datos de calidad del aire del sistema comprendidos entre enero y diciembre del año 2017, generalmente promedios de 1 hora según la EPA, o a veces de 24 horas; donde se tienen en cuenta “la hora estándar local (LST) y marcas horarias GMT” [5], donde se conocerá cualquier evento excepcional que afecte los datos NAAQS (National Ambient Air Quality Standards), valores promedio de 8 horas para ozono y CO, y de 25 horas para PM<sub>2.5</sub>). También se dispone de datos comprendido.

Para ello se ha obtenido de la base de datos de la EPA los datos AQI (Air Quality Index) por condado, la cual tiene los datos de cada condado de los 50 estados de la unión americana, además de los datos de toda Norteamérica, como se puede apreciar en la Tabla 1 [6]:

Tabla 1. Base de datos a trabajar

Año	AQI por condado
2017	<a href="#">annual_aqi_by_county_2017.zip</a> 1.044 Filas 21 KB A partir del 2017-11-17

Sin embargo es de importancia saber que datos queremos obtener; para ello tenemos que conocer los fundamentos del índice de calidad del aire (AQI por sus siglas en inglés), así podremos filtrar los datos proporcionados previamente para luego determinar los valores de salida con base a este índice, las cuales son:

“Bueno”: El AQI oscila entre 0 y 50. La calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica presenta un riesgo escaso o nulo.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

“Moderado”: El AQI oscila entre 51 y 100. La calidad del aire es aceptable pero para algunos contaminantes podría existir una preocupación moderada para la salud de un grupo muy pequeño de personas. Por ejemplo, las personas que son excepcionalmente sensibles al ozono pueden padecer síntomas respiratorios.

“Insalubre para grupos sensibles”: El AQI oscila entre 101 y 150. Si bien las personas en general no van a sufrir en esta gama del AQI, las personas con enfermedades pulmonares, los adultos mayores y los niños son más susceptibles a la exposición al ozono, mientras que las personas con cardiopatías y enfermedades pulmonares, los adultos mayores y los niños son más susceptibles a la presencia de partículas en el aire.

“Insalubre”: El AQI oscila entre 151 y 200. Todos pueden comenzar a padecer efectos adversos para la salud y los miembros de los grupos sensibles pueden padecer efectos más graves.

“Muy insalubre”: El AQI oscila entre 201 y 300. Esto desencadenaría una alerta sanitaria que implica que todos pueden padecer efectos más graves para la salud.

“Peligroso”: El AQI es superior a 300. Esto desencadenaría una advertencia sanitaria de condiciones de emergencia. Son mayores las probabilidades de que toda la población esté afectada. [6]

Se diseña y construye un mecanismo que permita extraer conocimiento de forma estructurada, respecto a la calidad del aire, esto con el fin de facilitar a los investigadores ambientales y científicos los componentes que hay en el aire y ayudar a mitigar los agentes que causan un daño al ecosistema y la salud humana.

Los datos tienen registros anuales, diarios y por hora; de estos datos se pueden resaltar valores, como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Valores relevantes de los registros Anuales y Diarios

Resumen Diario	Resumen Anual
1. Conteo de observación Porcentaje de observación (observaciones esperadas)	1. Recuento de observaciones y porcentaje Días válidos
2. Media aritmética de observaciones Máxima	2. Conteo de observaciones
3. Tiempo de máximo índice de calidad del aire (AQI); cuando corresponde Número de observaciones>Estándar donde corresponda.	3. Código de estado de Estándares federales de procesamiento de información (FIPS),

El contenido y descripción de los datos mencionados fueron extraídos de la base de datos AQS, la cual tiene información de la calidad del aire, realizado por la Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos de América o EPA por sus siglas en ingles. [7]

La base de datos escogida tiene 19 atributos, 1044 instancias, de los 19 atributos, 2 son nominales y 17 son numéricos, ver Tabla 3:

Tabla 3. Atributos de la base de datos

Nombre Atributo	Tipo Atributo
State	Nominal
Country	Nominal

Year	Numérico
Days with AQI (Air Quality Index)	Numérico
Good days	Numérico
Moderate days	Numérico
Unhealthy for sensitive groups days	Numérico
Unhealthy days	Numérico
Very Unhealthy days	Numérico
Hazardous days	Numérico
Max AQI	Numérico
90th percentile AQI	Numérico
Median AQI	Numérico
Days CO	Numérico
Days NO2	Numérico
Days Ozone	Numérico
Days SO2	Numérico
Days PM 2.5	Numérico
Days PM 10	Numérico

En este caso, el software permite realizar manipulaciones sobre los datos aplicando filtros. Se pueden aplicar en dos niveles: atributos e instancias. Además las operaciones de filtrado pueden aplicarse en cascada, de forma que la entrada de cada filtro es la salida de haber aplicado el anterior filtro [8].

### Detección de valores anómalos

En la preparación de datos se ha podido apreciar que en esta base de datos no contenía valores anómalos, debido en parte a la preparación de la base de datos por parte de EPA. Ellos explican esta política de tratamiento de datos en parte al manejo de eventos excepcionales tales como erupciones, incendios forestales e incluso la alteración de la capa de ozono.

Para el EPA esta técnica de “purificación” de datos anómalos se aplicaba con más de una década de antelación, sin embargo mediante un boletín de orden federal, se dictaminó los estándares de manejo de datos teniendo en cuenta los factores mencionados anteriormente.

Al utilizar los datos ya preparados por parte de esta agencia, se garantiza lo siguiente:

Eliminación de datos anómalos, facilitando a los usuarios que deseen emplear dicha base de datos para uso académico o personal, lo realicen sin contratiempos.

Optimización de recursos de la máquina, debido en parte, a que no se requiere de un filtrado de datos anómalos.

Estandarización de los datos al protocolo NAAQS (National Ambient Air Quality Standards)

### Valores faltantes

Al no tener datos anómalos, se puede analizar de mejor forma si hay algún valor faltante. Se registraron 50 datos faltantes en la base de datos de la EPA. Se puede entender esto a varios factores tales como:

Avería de los equipos de medición

Perdida de datos en la transformación de datos (ejemplo: formato .sav a .csv)

Para los valores faltantes en minería de datos se pueden aplicar tratamiento tales como: eliminación por lista, selección por variables

y métodos de imputación; en nuestro caso vamos utilizar procedimientos o algoritmos que hacen parte de los métodos de imputación, donde su objetivo es estimar valores faltantes en base a los valores válidos.

Uno de los procedimientos anteriormente mencionados es la imputación por regresión, es un método propuesto por primera vez por Buck (1960). Se emplean modelos de regresión para imputar información en la variable Y, a partir de co-variables (X1,..., XK) correlacionadas con Y. Este procedimiento consiste en eliminar las observaciones con datos incompletos y ajustar la ecuación de la regresión para predecir los valores faltantes. [21]

La realización de esta transformación de datos significa que a pesar de destinar recursos de la máquina para la corrección de dichos datos, permitirá más adelante en la transformación de datos, un óptimo uso de los recursos de máquina, centrando el programa únicamente en la obtención de datos y no en la omisión de datos faltantes que puede así mismo afectar la operación misma de la minería de datos.

### Selección de atributos

A partir de los datos anteriores, se pueden aplicar como valores de entrada, indispensables para determinar la utilidad de los datos al momento de trabajar. Los atributos que se trabajaron para obtener los valores de salida son los días peligrosos “Hazardous days”, días no saludables “Unhealthy Days” y días poco saludables “Very Unhealthy days”, el atributo “90th Percentile AQI” que evalúa la cantidad de polución en el aire y Max AQI que sería los máximos niveles de calidad de aire.

### Transformación de datos

**Discretización:** Se procede realizar la discretización de datos, quiere decir que transforma valores continuos en valores nominales. En esta base de datos se puede evidenciar que la mayoría de las columnas son nominales, procediendo a la segunda etapa de discretización, que es la conversión de datos nominales a binarios, mediante el filtro “NominalToBinary”. De esta manera se realiza una discretización simple de árboles binarios. Para encontrar valores específicos, se emplea el CfsSubsetVal elabora un ranking de subconjuntos de atributos de acuerdo a su correlación basada en la evaluación de una función de evaluación heurística. [7]

## SELECCIÓN DEL ALGORITMO

Para el análisis de la calidad del aire, se tiene en cuenta el pre-procesamiento de datos, la transformación de datos, la minería de datos, la interpretación y consolidación de datos. Con base a lo anterior es indispensable una integración que conlleve una armonía de trabajo entre los datos, el soporte y la técnica, reflejado en la Figura 1:

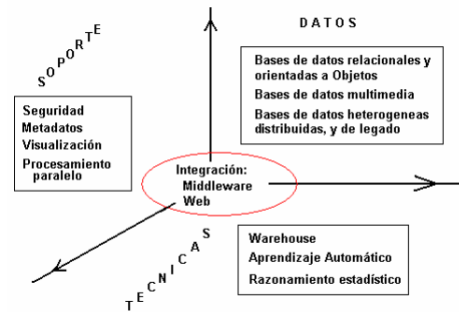


Figura 1. Visión en tres dimensiones [9]

- A través de KDD (Knowledge Discovery in Databases) implica la evaluación e interpretación de patrones y modelos para tomar decisiones con respecto a lo que constituye conocimiento y lo que no lo es. Por lo tanto, el KDD requiere de un amplio y profundo conocimiento sobre tu área de estudio [10]. Permiten realizar los análisis relacionados con Data Warehouse, y minería de datos, siendo los más empleados las siguientes herramientas:
- Syllogic Data Mining Tool, desarrollado por Syllogic, Houten de Países Bajos,
- SPSS, desarrollado en Chicago, Illinois por SPSS,
- MineSet, desarrollado por Silicon Graphics en California USA
- Decisión Series, desarrollado por NeoVista Software Cupertino California USA,
- Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) desarrollado por la Universidad de Waikato, Nueva Zelanda
- Al analizar los diversos software que se disponen en la actualidad, se eligió el WEKA, teniendo en cuenta los siguientes factores:
- Clustering Numérico: el programa maneja un cluster euclidiano k-medias, permitiendo la estabilización de los cluster en cada iteración que realice el software, permitiendo una construcción de centroides con base a la distancia entre cada cluster.
- Clustering probabilístico: permite obtener con los valores de atributo-valor una mayor probabilidad de distribución usando algoritmos de distribución gaussianas, ver Figura 2.

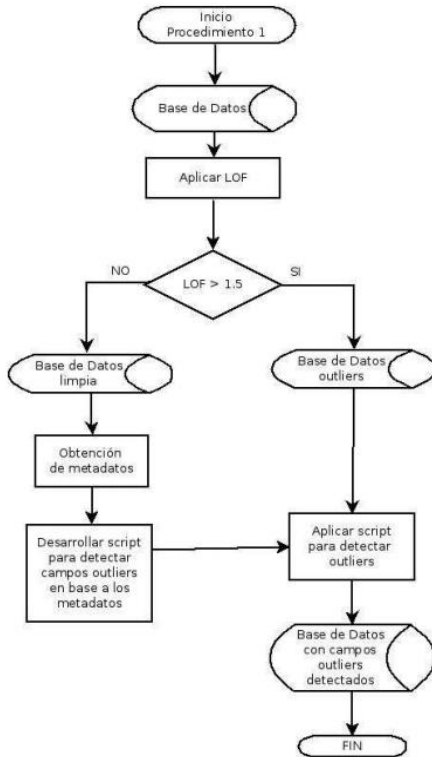


Figura 2. Ejemplo del clustering probabilístico aplicando como parámetro de filtro que sea el atributo mayor o igual a 1.5 [11]

- Regresión no lineal: permite realizar una consolidación de datos con base a una relación polinómica, la cual no tiene una medida lineal, provocando que en varios casos sea difícil trabajar datos con estas características. De allí la regresión no lineal incorporado en el programa, que permite mediante operaciones exponenciales y logarítmicas, obtener los datos de salida que el usuario desea.
- Clasificación: en este caso de análisis es de vital importancia, ya que permite la clasificación de datos de forma excluyente, tomando en cuenta las características de los datos a manipular. Uno de los algoritmos de clasificación que usa el software se puede observar en la Tabla 4 [9] [12]:

Tabla 4. Algoritmos 1R

Función 1R (ejemplos){ Para cada atributo (A) Para cada valor del atributo (Ai) Contar el número de apariciones de cada clase Obtener la clase más frecuente (Cj) Crear una regla del tipo Ai -> Cj Calcular el error de las reglas del atributo A Escoger las reglas con menor error }
---

Otro de los algoritmos que usa el software es el Naive Bayes, la cual asume que el valor del atributo es independiente al valor de

los otros atributos, permitiendo una simplificación de la clasificación de valores. [13]

$$p(C_i | v_1, v_2, \dots, v_n) = \frac{p(C_i) \prod_{j=1}^n p(v_j | C_i)}{p(v_1, v_2, \dots, v_n)} \quad (1)$$

- Métodos de aprendizaje: por medio de varios tipos de aprendizaje, como el proceso de adiestramiento o retro programación, lógica borrosa (Fuzzy Logic), el programa permite realizar un análisis de datos con base de aprendizaje, optimizando la minería de datos y la posterior obtención de variables de salida.
- Árboles de decisión: se emplea los árboles de decisión en varias instancias del proceso tales como la discretización de datos y la transformación de datos. Se emplea el algoritmo ID3-C4.5 debido a la facilidad de operar valores discretos continuamente, ver Tabla 5 [12] [14] y Tabla 6 [15] [16] [17].

Tabla 5. Algoritmo ID3

Función ID3 (E,A,N): N Si (A:=0) o todos los ejemplos de E pertenecen a la misma clase Entonces <u>clase-nodo(N)=clase-mayoritaria(E)</u> Si no $A_i = \text{clase-nodo}(N) = A_i$ Pregunta(N)= Ai Para cada valor v de Ai H=crear-nodo(Ai, v) Hijos(N)=Hijos(N)+H Ei={e ∈ E   valor(e, Ai)=v } ID3(Ei, A-{ Ai },H) Devolver N E: conjunto de ejemplos A: conjunto de atributos con posibles valores N: nodo raíz del árbol de decisión
--

Tabla 6. Algoritmo post-poda C4.5

Función POST-PODA (E,N): R $\mathcal{R}$ =convertir-árbol(N) Error=error-clasificación( $\mathcal{R}$ ,E) Para cada regla Ri □ $\mathcal{R}$ Para cada condición Pj= (Ak =v) □ condiciones Ai $\mathcal{R}' = \mathcal{R}$ , eliminando la condición pj de Ri Nuevo-error= error-clasificación( $\mathcal{R}'$ ,E) Si nuevo-error ≤ error Entonces error=nuevo-error $\mathcal{R} = \mathcal{R}'$ Si condiciones(Ri)= Entonces $R = R - \{Ri\}$ Devolver R E: conjunto de ejemplos R: conjunto de reglas N: nodo raíz del árbol de decisión
--

Una ventaja que tiene el software es su licencia GNU, permitiendo que usuarios puedan usarlo con fines académicos o personales sin ánimo de lucro. Otra ventaja que ofrece este software es la posibilidad de usarse en cualquier plataforma, gracias a su desarrollo

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

en Java. Su entorno gráfico es amigable al usuario y se encuentra una documentación variada, tan en inglés como en español.

### ANÁLISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS

Se puede constatar al aplicar la conversión que todos los valores son atómicos, es decir todos son indivisibles, que al convertir los datos nominales a binarios, se obtiene como resultado final 880 atributos y 1044 instancias. Se tiene en cuenta que los datos son no supervisados, quiere decir que se empleó un método simple de discretización, realizando una simple distribución binaria. Con el filtro “Discretize” se obtiene los datos mencionados anteriormente, la cual se ingresó al programa de la siguiente manera:

```
“Discretize – B 10 –M -1.0 –R first-last-precision 6”
```

Luego se procede a realizar de los 880 atributos al aplicar el filtro “Normalize”, las cuales 879 de estos atributos son nominales.

```
“Normalize –S 1.0 –T 0.0”
```

Para la numeración solo se encontraba 1 atributo, llamado “Days PM 10” usando el atributo evaluador CfsSubsetEval y el método GreddyStepwise, ingresando lo siguiente:

```
“CfsSubsetEval –P 1 –E 1”
```

```
“GreddyStepwise –T -1.7976931348623157E308 –N -1 –num-slots  
1”
```

De esta forma se puede obtener los datos de salida deseados, que es en este análisis saber las regiones con malos niveles de calidad de aire, clasificado en días peligrosos “Hazardous days”, días no saludables “Unhealthy Days” y días poco saludables “Very Unhealthy days”. También se efectuó las búsquedas relacionadas con los agentes más contaminantes del aire, las cuales son el NO<sub>2</sub> o dióxido de nitrógeno, 90th Percentile AQI que evalúa la cantidad de contaminación en el aire y Max AQI que sería los máximos niveles de calidad de aire; se obtienen los siguientes resultados luego de realizar los métodos de discretización, normalización y numeración:

Para los días no saludables “Unhealthy Days” se obtuvo 17 atributos que cumplían con las indicaciones, evaluando el agente contaminante SO<sub>2</sub>, sacando solo municipios o condados de la Unión Americana, ver Tabla 7.

Tabla 7. Resultado “Unhealthy Days”

---

\*\* Unhealthy Days

Selected attributes: 130, 181,185, 186,256,413,  
485, 493, 497, 541, 667, 717, 758, 779, 868, 870,  
878: 17

County=Plumas

County=Fairfield

County=New Haven

County=New London

County=Hawaii

County=Dukes

County=Lewis and Clark

County=Rosebud

---

---

County=Yellowstone

County=Chautauqua

County=Philadelphia

County=Bexar

County=Duchesne

County=Giles

Unhealthy for Sensitive Groups Days

Very Unhealthy Days

Days SO<sub>2</sub>

---

En caso de los días poco saludables “Very Unhealthy Days” se logró obtener 14 atributos, analizando que estas regiones tienen un alto índice de contaminación en el aire (90th Percentile AQI) y ya no solo tiene condados afectados, también se encuentra un estado, ver Tabla 8.

Tabla 8. Resultado “Very Unhealthy Days”

---

\*\*Very Unhealthy Days

Selected attributes: 53, 92, 131, 134, 140, 256, 486,  
644, 672, 674, 761, 866, 871, 873 : 14

State=Wisconsin

County=Yuma

County=Riverside

County=San Bernardino

County=Santa Barbara

County=Hawaii

County=Missoula

County=Lane

County=Bayamon

County=Catano

County=Uintah

Good Days

Hazardous Days

90th Percentile AQI

---

En los días peligrosos “Hazardous Days” se obtuvieron 7 resultados, notando que son regiones de alta industrialización, observándose que se encuentra presente agentes contaminantes de industria como lo es el NO<sub>2</sub>, ver Tabla 9.

Tabla 9. Resultado “Hazardous Days”

---

\*\* Hazardous Days

Selected attributes: 113,253,486,528,870,872,876 : 7

County=Imperial

County=Richmond

County=Missoula

County=Dona Ana

Very Unhealthy Days

Max AQI

Days NO<sub>2</sub>

---

En el máximo índice de calidad de aire “Max AQI” se obtuvo 86 resultados, mostrando el alto índice de partículas dispersas en el aire,



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

en especial en grandes urbes como Los Ángeles, o Houston. Se omitió todos los valores debido a la gran cantidad de datos presentes en los resultados. Sin embargo se deja en la tabla la identificación de las ciudades, ver Tabla 10.

Tabla 10. Resultado “Max AQI”

**Max AQI
Selected attributes: 5, 7, 26, 30, 42, 57, 59, 60, 61, 65, 71, 92, 93, 94, 96, 97, 114, 124, 171, 236, 239, 246, 248, 255, 261, 278, 309, 322, 335, 337, 345, 354, 357, 362, 388, 390, 392, 410, 412, 413, 417, 418, 420, 469, 470, 471, 473, 476, 493, 494, 515, 566, 576, 580, 584, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 596, 622, 642, 646, 652, 653, 671, 672, 674, 696, 717, 718, 719, 732, 773, 781, 789, 801, 808, 811, 827, 845, 862, 871, 873: 86
State=California
State=Connecticut
State=Mississippi
State=Nevada
State=Rhode Island
County=Colbert
County=Elmore
County=Etowah
County=Houston
.
.
.
Hazardous Days
90th Percentile AQI

Los días con NO2, tiene 145 registros que van desde los estados más industrializados de Estados Unidos hasta condados que concentran algún tipo de consumo energético por hidrocarburos. Al igual que la tabla anterior se omitió algunos datos por la gran cantidad que arrojó el filtrado, pero se tiene en esta tabla los índices de estos, ver Tabla 11.

Tabla 11. Resultado “Days NO2”

** Days NO2
Selected attributes: 8, 10, 40, 52, 53, 58, 61, 64, 70, 76, 77, 101, 103, 106, 115, 118, 119, 128, 130, 132, 136, 138, 148, 160, 182, 185, 197, 210, 234, 240, 254, 257, 258, 260, 272, 281, 283, 285, 296, 314, 316, 318, 325, 331, 332, 341, 355, 365, 372, 378, 394, 401, 404, 406, 414, 424, 426, 429, 431, 444, 450, 452, 478, 484, 513, 515, 516, 518, 540, 546, 550, 567, 570, 577, 598, 604, 605, 620, 622, 628, 630, 637, 673, 678, 682, 718, 721, 722, 724, 726, 728, 730, 731, 732, 734, 735, 736, 737, 738, 740, 741, 742, 743, 744, 746, 747, 749, 750, 751, 752, 753, 762, 763, 769, 771, 776, 784, 786, 788, 789, 795, 798, 799, 800, 801, 802, 804, 805, 806, 807, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 855, 857, 865: 145
State=Country Of Mexico
State=District Of Columbia
State=Pennsylvania
State=West Virginia

State=Wisconsin

Unhealthy for Sensitive Groups Days  
Very Unhealthy Days  
Days SO2

En la Tabla 12 “90th Percentile AQI” se encuentran 17 atributos de condados, donde tienen altos niveles de SO2 (dióxido de azufre)

Tabla 12: Resultado “90th Percentile AQI”

**90th Percentile AQI
Selected attributes: 130, 181, 185, 186, 256, 413, 485, 493, 497, 541, 667, 717, 758, 779, 868, 870, 878: 17
County=Plumas
County=Fairfield
County=New Haven
County=New London
County=Hawaii
County=Dukes
County=Lewis and Clark
County=Rosebud
County=Yellowstone
County=Chautauqua
County=Philadelphia
County=Bexar
County=Duchesne
County=Giles
Unhealthy for Sensitive Groups Days
Very Unhealthy Days
Days SO2

## CONCLUSIONES

Al observar los resultados arrojados por el software WEKA, se puede entender los efectos de los altos índices de contaminación que hay en el aire, afectando la calidad de esta y su impacto en el medio ambiente.

Al finalizar el año 2017 hay regiones de EE.UU. con altos índices de contaminación, afectando la salud de los habitantes que habitan estos lugares y el medio ambiente. Se puede entender esto al tener altos niveles de NO2, un contaminante generado por la quema de hidrocarburos tales como petróleo y sus derivados (gasolina, gasoil, diésel, etc.) gas natural y derivados de hidrocarburos como tal, usándose en centrales térmicas, automotores, y la industria. Esta partícula se desprenden otros agentes contaminantes tales como NOx (óxidos de nitrógeno), NH3 (amoníaco), PM2.5 (partículas en suspensión) y SO2 (dióxido de azufre). Se encuentra también una particularidad con el agente SO2, ya que se encuentra tanto en las ciudades de mayor polución como producto del uso de productos contaminantes para la industria y la movilidad, también se encuentra este agente en regiones de alta actividad sísmica, en especial las

regiones ubicadas en las costas del Océano Pacífico, donde se encuentra el famoso anillo de fuego, donde se concentra estas actividades, junto a constantes erupciones volcánicas en el territorio que abarca (40,000 km) [18], generados por dicha actividad. Estas regiones mencionadas son Hawái, Yellowstone, y las regiones de Oregón.

Las grandes urbes, al ser el centro de grandes industrial, oficinas y traer un gran conglomerado de personas a trabajar, y vivir en ella obtienen puntajes de alta peligrosidad por su calidad de aire, afectando también el área metropolitana de dichas regiones, y en ciertos casos ya hay regiones con índices de calidad de aire peligrosos y estados enteros que están en un ambiente poco saludable con respecto a la calidad del aire.

## REFERENCIAS

- [1] D. d. E. d. EE.UU., «La economía de Estados Unidos en síntesis,» [En línea]. Available: [https://photos.state.gov/libraries/amgov/30145/publications-spanish/economy\\_in\\_brief\\_sp.pdf](https://photos.state.gov/libraries/amgov/30145/publications-spanish/economy_in_brief_sp.pdf). [Último acceso: 30 Mayo 2018].
- [2] O. P. d. I. Salud, «Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental,» GUÍAS Y NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN EXTERIORES, [En línea]. Available: [http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/normas/2\\_1.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/normas/2_1.pdf). [Último acceso: 30 Mayo 2018].
- [3] E. Salud Pública del Ayuntamiento de Madrid, «Madrid salud. Página de Salud Pública del Ayuntamiento de Madrid,» Ayuntamiento de Madrid, 28 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://madridsalud.es/dioxido-de-nitrogeno-y-salud/>. [Último acceso: 30 Mayo 2018].
- [4] M. Romero Placeres, F. Diego Olite y M. Álvarez Toste, «La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud,» Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, vol. 44, n° 2, p. 14, 2006.
- [5] U. S. E. P. Agency. [En línea]. Available: <https://www.kaggle.com/epa/epa-historical-air-quality>.
- [6] EPA, «United States Environmental Protection Agency,» [En línea]. Available: [https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi\\_sp](https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi_sp). [Último acceso: 28 Mayo 2018].
- [7] EPA, «Air Data Home,» [En línea]. Available: [https://aqs.epa.gov/aqsweb/airdata/download\\_files.html](https://aqs.epa.gov/aqsweb/airdata/download_files.html).
- [8] Á. S. María García Jiménez, «Universidad Carlos III, Madrid España,» [En línea]. Available: <https://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/06-07/28.pdf>.
- [9] J. M. M. L. -. J. G. Herrero, «TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS,» 2006. [En línea]. Available: [http://matema.ujaen.es/jnavas/web\\_recursos/archivos/weka%20master%20recursos%20naturales/apuntesAD.pdf](http://matema.ujaen.es/jnavas/web_recursos/archivos/weka%20master%20recursos%20naturales/apuntesAD.pdf). [Último acceso: 26 Mayo 2018].
- [10] M. D. Mining, «Minerva Data Mining,» 2018. [En línea]. Available: <http://mnrva.io/kdd-platform.html>. [Último acceso: 29 05 2018].
- [11] R. S. C. G. P. M. R. C. C. R. G.-M. ., F. V. H. Kuna, «Procedimientos para la identificación de datos anómalos en bases de datos,» Universidad Nacional de Lanus, Argentina, 2011. [En línea]. Available: <http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/gisi/papers-HK/procedimientos%20para%20la%20identificacion%20de%20dato%20anomalos%20en%20bases%20de%20datos.pdf>. [Último acceso: 30 Mayo 2018].
- [12] J. L. C. A. Sergio Hurtado Camarasa, «Universidad Carlos III, Departamento de Ingeniería Telemática,» Universidad Carlos III, Madrid España, [En línea]. Available: <https://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/03-04/21.pres.pdf>.
- [13] P. M. A. Hall, «Department of Computer Science The University of Waikato,» Abril 1999. [En línea]. Available: <https://www.cs.waikato.ac.nz/~mhall/thesis.pdf>. [Último acceso: 26 05 2018].
- [14] R. W. Gaston L'Huillier, «Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile,» Universidad de Chile, [En línea]. Available: [https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN643/1/material\\_docente/](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN643/1/material_docente/).
- [15] P. D. Riaño, «Banzai Research Group on Artificial Intelligence,» [En línea]. Available: <http://banzai-deim.urv.net/~riano/teaching/id3-m5.pdf>. [Último acceso: 26 Mayo 2018].
- [16] M. I. W. Rivera., «Revista Cubana de Informática Cubana,» Universidad de Ciencias Médicas de la Habana, Cuba, [En línea]. Available: [http://www.rcim.sld.cu/revista\\_18/articulos\\_htm/mineriadatos.htm](http://www.rcim.sld.cu/revista_18/articulos_htm/mineriadatos.htm)
- [17] L.-C. J. B.-L. Luis A. Caballero-Cruz, «Árbol de decisión C4.5 basado en entropía minoritaria para clasificación de conjuntos de datos no balanceados,» Research in Computing Science 92, p. 12, 2015.
- [18] Citlali Casas Beas, «Anillo de fuego,» Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- [19] J. A. G. Gutiérrez, «Comenzando con WEKA: Filtrado y selección de subconjuntos de atributos basada en su relevancia descriptiva para la clase,» ETSI Informática, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid España, vol. 1, n° 1, p. 18, 2016.
- [20] d. E. y. A. L. (CEAL), «Centro de Estudios y Aplicaciones Logísticas (CEAL),» Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina, [En línea]. Available: [http://ceal.fing.uncu.edu.ar/data\\_mining/Algoritmos/algoritmo1.pdf](http://ceal.fing.uncu.edu.ar/data_mining/Algoritmos/algoritmo1.pdf).
- [21] D. O. García, «Imputación de datos faltantes en un Sistema de Información sobre Conductas de Riesgo,» Universidad de Santiago de Compostela, p. 105, 2011

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Módulo FPGA inspirado en el algoritmo de Myers para mega acelerar la alineación de ADN

Daniel Pacheco Bautista<sup>1</sup>, Ricardo Carreño Aguilera, Francisco Aguilar Acevedo,

Yuliana García Amaya

Universidad del Istmo

Cd. Universitaria S/N Bo Santa Cruz

Tehuantepec, Oaxaca, México

+52 (971) 5224050

<sup>1</sup>dpachecob@bianni.unistmo.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La alineación de ADN es un proceso clave en el análisis de genomas, sin embargo, es altamente demandante computacionalmente, requiriéndose generalmente días para terminar la tarea. En este artículo se propone la aceleración hardware basada en FPGA del algoritmo paralelizado a nivel de bits de Myers, modificado apropiadamente para utilizarse en la etapa de extensión de programas de alineación de ADN. El diseño propuesto puede utilizarse en conjunto con funciones software formando un sistema híbrido de alineación extremadamente rápido. Los resultados de implementación muestran factores de aceleración superiores a 110x en relación a una implementación exclusivamente en software, además debido al bajo uso de recursos del FPGA y a la modularidad del diseño, múltiples módulos pueden usarse hasta poblar completamente el chip, incrementando aún más la velocidad de cómputo.

### ABSTRACT

DNA alignment is a key process in the analysis of genomes; however, it is very computationally demanding, usually requiring days to complete the task. In this paper, we propose FPGA-based hardware acceleration of the Myers bit-parallelized algorithm, appropriately modified for use in the extension stage of DNA alignment programs. The proposed design can be used

in conjunction with software functions forming an extremely fast hybrid alignment system. The implementation results show acceleration factors greater than 110x in relation to an implementation exclusively in software, also due to the low use of FPGA resources and the modularity of the design, multiple modules can be used to completely populate the chip, increasing the speed even more of computation.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Hardware:** Integrated circuits, Reconfigurable logic and FPGAs.

**Hardware:** Circuitos integrados, Lógica reconfigurable y FPGAs.

### Términos Generales

Alineación de ADN, Aceleración Hardware.

### Palabras clave

Algoritmo de Myers, FPGA, Bioinformática, ADN.

### Keywords

Myers Algorithm, FPGA, Bioinformatics, DNA.

### INTRODUCCIÓN

La secuenciación de ADN permite obtener el orden de cada uno de los nucleótidos que conforman la molécula de ADN, siendo una tecnología fundamental para la investigación de algunos tipos de cáncer, así como el desarrollo de la medicina genómica, la biología, la agricultura, entre otras. Las máquinas de secuenciación paralela masiva, son tecnologías capaces de secuenciar millones de cadenas de ADN al día [1-2], sin embargo, están limitadas a procesar fragmentos con un número muy pequeño de nucleótidos (entre 35 y 1100), por lo que el resultado no es el código del genoma completo, sino pequeñas lecturas cortas que representan fragmentos del mismo. Una

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

manera de reconstruir el genoma a partir de los millones de lecturas cortas es mediante el proceso denominado alineación [3], el cual consiste en ubicar cada lectura corta tomando como referencia otro genoma secuenciado previamente. No obstante, los billones de lecturas cortas, la gran longitud del genoma de referencia, las diferencias biológicas y los errores de las máquinas de secuenciación, complican sustancialmente el problema. Para realizar el proceso se utilizan diferentes algoritmos de elevada complejidad temporal y espacial, algunos basados en programación dinámica [4-5], siendo muy precisos, pero requiriendo gran cantidad de recursos computacionales, y otros basados en heurísticas [6-7], los cuales son menos exactos pero más rápidos.

Recientemente se ha optado por combinar ambas técnicas realizando un balance entre velocidad y precisión. La estrategia más importante se denomina siembra y extiende (véase Figura 1). Durante la etapa de siembra se intenta encontrar una subcadena de la lectura corta (semilla) que se alinee exactamente en uno o más lugares del genoma de referencia, y en la etapa de extensión se intenta extender la semilla en ambas direcciones. En la etapa de extensión, la lectura corta se alinea respecto a la cadena de referencia en las zonas encontradas durante la etapa de siembra, permitiendo determinar de forma precisa la existencia de mutaciones, inserciones o supresiones en la lectura respecto a la referencia. Muchos alineadores modernos implementan la técnica siembra y extiende, tal es el caso de ARRIOC [8], BWA-MEM [9], Bowtie2 [10] y Cushman2 [11]. Para la etapa de siembra, dichos programas realizan un pre-procesamiento del genoma, obteniendo índices de búsqueda eficientes mediante los algoritmos basados en Tablas Hash, o en la Transformada de Burrows-Wheeler. Posteriormente, para la extensión implementan algoritmos basados en programación dinámica, tales como el Smith-Waterman, o el Needleman-Wunsch.

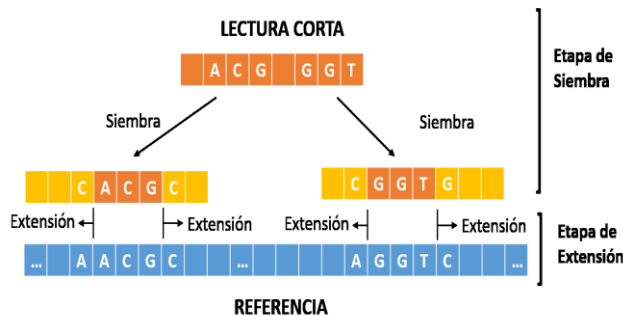


Figura 1: La estrategia siembra y extiende.

Los algoritmos basados en programación dinámica, utilizados en la extensión, son los más demandantes del programa puesto que poseen una complejidad espacial y temporal de orden  $O(mn)$ , donde  $m$  y  $n$  son las longitudes de las cadenas comparadas, esto ha llevado a la búsqueda de algoritmos que disminuyan tal

complejidad, como el algoritmo de programación dinámica basado en paralelismo a nivel de bit propuesto por Myers [12]. En particular, el algoritmo de Myers está basado en la distancia de Levenshtein para calcular la similitud entre cadenas, dicho algoritmo toma las ventajas del paralelismo a nivel de bit del tamaño de palabra del procesador de una computadora, esto es eficiente debido a que los procesadores realizan cálculos con un tamaño entero de palabra en un ciclo de memoria. Básicamente, los cálculos de las puntuaciones y las comparaciones de cadenas son obtenidos simultáneamente mediante una serie de operaciones binarias que comprenden AND, OR, XOR, complementos, desplazamientos y sumas. Sin embargo, a medida que la lectura crece por arriba del tamaño de la palabra las ventajas del algoritmo de Myers disminuyen, además de que, en su versión original, el algoritmo no calcula la trayectoria de alineación.

En este artículo se propone la aceleración del algoritmo de Myers mediante dispositivos lógicos programables en el campo (FPGAs). La arquitectura propuesta, no solo calcula la distancia de edición, sino también la trayectoria de alineación haciendo uso de una mínima cantidad de ciclos de reloj. El diseño completamente modular puede multiplicarse dentro del FPGA para procesar decenas de lecturas simultáneamente y trabajar en conjunto con el software en una computadora anfitriona convencional. De esta forma el software podría implementar la etapa de siembra de los algoritmos y dejar al hardware la funcionalidad de extensión del programa.

## METODOLOGÍA Y PROCESO DE DESARROLLO

### Análisis del algoritmo

El algoritmo de Myers se basa en el cálculo de la distancia de edición de Levenshtein, definida como el número mínimo de operaciones de inserción, eliminación o sustitución, necesarias para transformar una cadena a otra. La manera formal de calcular la distancia de edición de Levenshtein es mediante el algoritmo de Programación Dinámica (PD) que utiliza las fórmulas recursivas de la Ecuación (1).

$$C[i,j] = \min \begin{cases} C[i-1,j-1] + \delta_{ij} \\ C[i-1,j] + 1 \\ C[i,j-1] + 1 \end{cases}$$

(1)

$$\text{Con } \delta_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{si } p_i = t_j \\ 1, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde  $C[i,j]$  contiene la mínima distancia de edición entre el segmento del patrón  $P_1, P_2, \dots, P_i$  y todos los posibles sufijos del texto  $T_1, T_2, \dots, T_j$ . Por ejemplo, dadas dos cadenas similares  $T = \text{"ATCATGAA"}$  y  $P = \text{"TCAGT"}$ , entonces, la matriz de distancia de edición que representa el cálculo de la similitud entre las dos cadenas es la que se muestra en la Figura 2. En tal caso, examinando la última fila de la matriz puede notarse que las subcadenas de T que terminan en la posiciones 4, 6 y 7 están a solo dos transformaciones del patrón P.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

		A	T	C	A	T	G	A	A
		0	0	0	0	0	0	0	0
T		1	1	0	1	1	0	1	1
C		2	2	1	0	1	1	1	2
A		3	2	2	1	0	1	2	1
G		4	3	3	2	1	1	1	2
T		5	4	3	3	2	1	2	2

Figura 2: Matriz de distancias de edición entre las cadenas T = "ATCATGAA" y P = "TCAGT".

Puede notarse que cada celda de la matriz difiere de las celdas vecinas únicamente por 3 valores (1, 0, -1). Mediante esta observación Myers recodificó la matriz de PD representando únicamente las diferencias entre las celdas vecinas en cada fila y columna sucesiva, utilizando las fórmulas en las Ecuaciones (2) y (3). De esta manera se obtiene las matrices de deltas mostradas en la Figura 3.

		A	T	C	A	T	G	A	A
		0	0	0	0	0	0	0	0
T		1	1	0	1	1	0	1	1
C		1	1	1	-1	0	1	0	1
A		1	0	1	1	-1	0	1	-1
G		1	1	1	1	1	0	-1	1
T		1	1	0	1	1	0	1	0

a)

		A	T	C	A	T	G	A	A
		0	0	0	0	0	0	0	0
T		1	0	-1	1	0	-1	1	0
C		2	0	-1	-1	1	0	0	1
A		3	-1	0	-1	-1	1	1	-1
G		4	-1	0	-1	-1	0	0	1
T		5	-1	-1	0	-1	-1	1	0

b)

Figura 3: Representación de la matriz de programación dinámica mediante deltas. a) Delta vertical  $\Delta v$ . b) Delta horizontal  $\Delta h$ .

$$\Delta v[i,j] = C[i,j] - C[i-1,j] \quad (2)$$

$$\Delta h[i,j] = C[i,j] - C[i,j-1] \quad (3)$$

Posteriormente, cada columna se almacena mediante dos vectores de bits, VP y VN para la matriz de deltas verticales y, HP y HN para la matriz de deltas horizontales como se muestra en la Figura 4.

	A	T	C	A	T	G	A	A
T	1	0	1	1	0	1	1	1
C	1	1	0	0	1	0	1	1
A	0	1	1	0	0	1	0	0
G	1	1	1	1	0	0	1	0
T	1	0	1	1	0	1	0	1

a)

	A	T	C	A	T	G	A	A
T	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	1	0	0	1	0

b)

G	0	0	0	0	0	1	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0

	A	T	C	A	T	G	A	A
T	0	0	1	0	0	1	0	0
C	0	0	0	1	0	0	1	0
A	0	0	0	0	1	1	0	1
G	0	0	0	0	0	0	1	0
T	0	0	0	0	0	1	0	1

c)

	A	T	C	A	T	G	A	A
T	0	1	0	0	1	0	0	0
C	0	1	1	0	0	0	0	0
A	1	0	1	1	0	0	1	0
G	1	0	1	1	0	0	0	0
T	1	1	0	1	1	0	0	0

d)

Figura 4: Representación mediante vectores de bits de la matriz de programación dinámica. a) VP, b) VN, c) HP y d) HN.

Cada posición de estos vectores almacenan un 1 cuando se cumplen sus igualdades de acuerdo a las Ecuaciones (4), (5), (6), y (7), en caso contrario almacenan un 0, donde la notación  $W_{i,j}$  indica el bit de la  $i$ -ésima posición en el entero  $W$  de la  $j$ -ésima columna. De esta manera, una columna de la matriz original se ha representado en 4 vectores de bits, lo cual reduce el espacio utilizado para calcular la distancia de edición.

$$VP_{ij}=1 \leftrightarrow \Delta v[i,j]=+1 \quad (4)$$

$$VN_{ij}=1 \leftrightarrow \Delta v[i,j]=-1 \quad (5)$$

$$HP_{ij}=1 \leftrightarrow \Delta h[i,j]=+1 \quad (6)$$

$$HN_{ij}=1 \leftrightarrow \Delta h[i,j]=-1 \quad (7)$$

Myers demostró que estos vectores pueden obtenerse recursivamente mediante las Ecuaciones (8-13), donde  $X_v$  y  $X_h$  son vectores auxiliares, y  $E_q$  es un vector que codifica la igualdad de caracteres. El análisis está basado en el hecho de que una columna de la matriz de edición puede calcularse a partir de solo los valores de la columna previa.

$$X_v = E_q \text{ OR } VN_{in} \quad (8)$$

$$VP_{out} = HN_{in} \text{ OR } \text{NOT} (X_v \text{ OR } HP_{in}) \quad (9)$$

$$VN_{out} = HP_{in} \text{ AND } X_v \quad (10)$$

$$X_h = E_q \text{ OR } HN_{in} \quad (11)$$

$$HP_{out} = VN_{in} \text{ OR } \text{NOT} (X_v \text{ OR } VP_{in}) \quad (12)$$

$$HN_{out} = VP_{in} \text{ AND } X_h \quad (13)$$

El Algoritmo 1 representa el algoritmo de Myers al estilo de programación en C adaptado de [12]. Donde la variable score contiene el último valor de cada columna de la matriz de distancia de edición original, calculada a partir del previo valor de score y el vector HP.

Algoritmo 1. El algoritmo de Myers.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

```

1  Precomputo de Peq[c]
2  VP = 1m
3  VN = 0m
4  Score = m
5  for j=1,2,...,n
6      Eq = Peq[tj]
7      Xv = Eq | VN
8      Xh = ((Eq & VP) + VP) ^ VP | Eq
9      HP = VN | ~(Xh | VP)
10     HN = VP & Xh
11     if HP & 10m-1 then
12         Score += 1
13     else if HN & 10m-1 then
14         Score -= 1
15     end if
16     HP <<= 1
17     HN <<= 1
18     VP = HN | ~(Xv | HP)
19     VN = HP & Xv
20     if Score ≤ k then
21         printf "Coincidencia en " . j
22     end if
23 end for

```

## Adecuaciones al algoritmo

El algoritmo previo obtiene únicamente la distancia de edición entre las cadenas, sin embargo, en esta aplicación se requiere la forma en que estas se alinean, lo que implica algunas modificaciones adicionales. En la Figura 5 se muestran todas las rutas posibles de alineación entre las cadenas P y T, donde las flechas de dirección indican la celda de la cual puede preceder la celda C[i,j] durante el cálculo de la matriz.

En el ejemplo, la mejor distancia de edición es 1, entonces, a partir de la casilla con este valor puede recorrerse la matriz hacia atrás para determinar la ruta de alineación, tal proceso se realiza de derecha a izquierda y se apoya de las flechas de dirección vertical, horizontal y diagonal., finalizando cuando se llega a una de las casillas de la primera fila de la matriz o se hayan recorrido todas las columnas. Una flecha en diagonal significa una coincidencia o sustitución de caracteres entre las dos cadenas, una flecha vertical una inserción respecto al patrón y una flecha horizontal la eliminación de un carácter en el patrón.

		A	T	C	A	T	G	A	A
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	1	1	0	1	1	0	1	1	1
C	2	2	1	0	1	1	1	2	2
A	3	2	2	1	0	1	2	1	2
G	4	3	3	2	1	1	1	2	2
T	5	4	3	3	2	1	2	2	3

Figura 5: Ruta de alineación a partir de la distancia de edición mínima.

Puede observarse como las flechas de dirección horizontal y vertical coinciden perfectamente con la posición de los unos dentro de los vectores HP y VP de la figura 4, por lo que pueden utilizarse durante el recorrido hacia atrás. Sin embargo, no existe información sobre las flechas diagonales. Para remediar lo anterior fue necesario extender la tabla con las posibles combinaciones de entrada, presentada en el artículo original del algoritmo [12], tal como se muestra en la Tabla 1, donde para clarificar el concepto se han incluido a la derecha ejemplos de combinaciones de entrada que justifican los valores de la salida D.

Tabla 6. Tabla de verdad para obtener el vector D.

No	$\Delta h_{in}$	$\Delta v_{in}$	Eq	D	$\Delta h_{out}$	$\Delta v_{out}$	Vista de las 4 casillas					
1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2
2	0	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1
3	1	-1	1	1	1	-1						
4	-1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
5	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
6	1	0	1	1	0	-1						
7	-1	1	1	1	-1	1	1	0	0	0	0	1
8	0	1	1	1	-1	0	2	1	1	0	1	0
9	1	1	1	1	-1	-1						
10	-1	-1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	2
11	0	-1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
12	1	-1	0	0	1	-1						
13	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
14	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
15	1	0	0	1	1	0						
16	-1	1	0	0	-1	1	1	0	0	0	0	1
17	0	1	0	1	0	1	2	1	1	1	1	1
18	1	1	0	1	0	0						

A partir de dicha tabla pueden derivarse de forma inmediata el vector de la Ecuación 14 el cual representa los movimientos diagonales. El vector D para el caso que se ha tratado como ejemplo en este artículo, se muestra en la Figura 6.

$$D = Eq \text{ or not } (VN_{in} \text{ or } HN_{in}) \quad (14)$$

	A	T	C	A	T	G	A	A
T	1	1	1	1	1	1	1	1
C	1	0	1	0	0	1	1	1
A	1	0	0	1	0	1	1	1
G	0	1	0	0	1	1	0	1
T	0	1	0	0	1	1	1	1

Figura 6: Direcciones en diagonal usando el vector D.

A partir de los vectores VP, HP, D y Eq, pueden obtenerse con facilidad todas las rutas de alineación. Por ejemplo, el Algoritmo 2 realiza el recorrido hacia atrás para obtener una posible ruta de alineación. Las entradas del algoritmo son los vectores D y VP

que representan las direcciones en diagonal y vertical,  $m$  es la longitud de la lectura corta,  $dmin$  es la distancia mínima de edición,  $col$  la columna donde se encontró dicha distancia y  $Eq$  el vector de igualdad. La definición de las variables se realiza en las líneas 2 a 4, donde la variable *CIGAR* almacena todas las operaciones de la alineación, la variable *bit\_actual* es una máscara auxiliar que permite identificar en que bit se encuentra el recorrido dentro de cada vector de bits e  $i$  es un apuntador de índice de la variable *CIGAR*.

El núcleo del programa se encuentra entre las líneas 5 y 17, donde se realiza el recorrido de la matriz hacia atrás, revisando los vectores  $D$ ,  $VP$  y  $Eq$  hasta que ya no pueda desplazarse más el bit de la máscara auxiliar o cuando el contador de columna  $col$  sea igual a cero. La ruta de alineación o *CIGAR*, almacena la serie de operaciones que transforman la lectura al texto de referencia, una coincidencia de nucleótidos se representa con la letra  $M$ , una sustitución con la letra  $E$ , una inserción con la letra  $I$  y una eliminación con la letra  $D$ .

Algoritmo 2. Recorrido hacia atrás para obtener una ruta de alineación.

```

1  function RUTA_DE_ALIN (D,VP, m, dmin, col, Eq)
2    CIGAR [m + dmin + 1]
3    bit_actual = 1 << (m - 1)
4    i = 0
5    while (bit_actual && col >= 0) do
6      if (D[col] & bit_actual) then
7        if (Eq[col] & bit_actual) then
8          CIGAR[i++] = 'M'
9        else CIGAR[i++] = 'E'
10       bit_actual >>= 1
11       col --
12     else if (VP[col] & bit_actual) then
13       bit_actual >>= 1;
14       CIGAR[i++] = 'I'
15     Else
16       col--;
17       CIGAR[i++] = 'D'
18     end if
19   end while
20   return CIGAR
  
```

El *CIGAR* para el ejemplo que se ha tratado en este artículo se muestra en la Figura 7, donde puede verse claramente la alineación y las operaciones realizadas.

Texto	A	T	C	A		T	G	A	A
Cigar		M	M	M	I	M			
Patrón		T	C	A	G	T			

Figura 7: El CIGAR de la alineación.

### Diseño FPGA

El diseño propuesto, implementa los algoritmos 1 y 2 mediante la arquitectura mostrada en la figura 8. Los registros *read\_reg*, *refer\_reg* y *config\_reg* contienen la lectura, la cadena de referencia y sus longitudes respectivamente, mientras que el registro *result\_reg* almacena el resultado final de la alineación. El registro de desplazamiento *refer\_reg* permite obtener en cada ciclo de reloj un nuevo carácter de la referencia, el cual se compara en forma paralela a cada carácter de la lectura, produciendo el vector  $Eq$  actual en un solo ciclo de reloj. El módulo *mask\_gen* genera una máscara de bits con todas sus posiciones iguales a cero excepto la que se corresponde a la longitud de la cadena de referencia (denotada como  $n$ ), dicha máscara es de utilidad en otros módulos del diseño como se explica posteriormente.

En la etapa inicial del proceso la señal *ini* permanece en 0, lo que provoca que los multiplexores *mux1*, *mux2* y *mux3* transfieran los vectores iniciales al sistema. De esta manera, la salida de los módulos *horizontal* y *vertical*, los cuales contienen las ecuaciones fundamentales del algoritmo de Myers, producen la primera columna de la matriz de programación dinámica. Al mismo tiempo el multiplexor *mux3* transfiere el valor de  $m$  (la longitud de la lectura) al sumador restador *add/sub*, el cual a partir de este valor y de los vectores recién calculados  $HP$  y  $HN$ , obtiene la nueva calificación de la alineación. Durante esta etapa el contador auxiliar, que sirve como apuntador de memoria, permanece en el valor cero, dirección donde se escribe el primer grupo de vectores de bits.

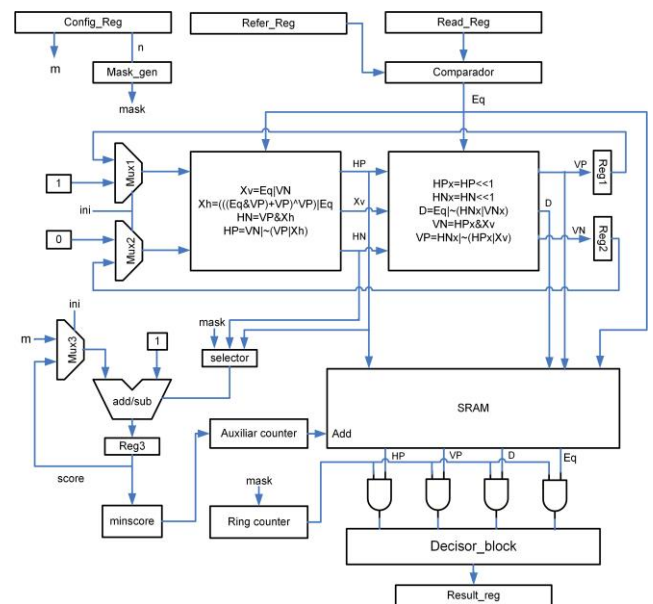


Figura 8: Trayectoria de datos del acelerador hardware propuesto.

En la segunda etapa, la señal *ini* cambia a 1, lo que permite que los multiplexores *mux1* y *mux2* transfieran los últimos vectores calculados, como entradas a los módulos vertical y horizontal, junto con el nuevo vector *Eq*, obteniendo el siguiente grupo de vectores de bits. En forma similar, el multiplexor *mux3*, permite el paso hacia el sumador de la calificación de la alineación calculado en la interacción previa, para determinar su nuevo valor. Lo anterior se repite en cada ciclo de reloj hasta que no haya más caracteres en la cadena de referencia, lo cual ocurre cuando el valor del contador auxiliar, el cual ahora cuenta en forma ascendente, es igual a la longitud de dicha cadena. En cada ciclo de reloj, se almacena la calificación más baja obtenida hasta ese momento, así como su ubicación mediante el módulo *minscore*. Además, los nuevos vectores calculados, incluido el vector *Eq*, se escriben en la memoria RAM para utilizarse posteriormente en el cálculo de la trayectoria de alineación.

Finalmente se calcula la trayectoria de alineación. En esta etapa el contador auxiliar se inicializa con la dirección donde se encuentra la mínima puntuación de alineación, proporcionada por el módulo *minscore*, además de configurarse como contador descendente. Mientras que el contador de anillo se carga con el valor de la máscara de bits obtenida previamente. El contador auxiliar permite recorrer cada columna de la matriz, mientras que el contador de anillo permite recorrer los vectores de bits de abajo hacia arriba, emulando la búsqueda hacia atrás del algoritmo 2. De esta forma, el bloque de decisión explora un bit de cada uno de los vectores leídos, y determina la inserción, borrado, concordancia o discordancia encontrada. El código de cada uno de estos casos es utilizado por el controlador para desplazar el contador de anillo (emulando una disminución en la fila de la matriz), disminuir el valor del contador (emulando una disminución en la columna), o ambos.

La secuencia de cálculos descrita previamente, se dirige por la máquina de estados de la figura 9, la cual toma como información de estado la salida de ambos contadores y la del bloque de decisión. La máquina permanece en el estado *star\_m* hasta que el software, en el procesador anfitrión, termina de almacenar la lectura, la referencia y sus longitudes en los registros del firmware correspondiente, lo cual se indica colocando en alto la señal *ready*. En el estado *fill matrix*, se realiza el llenado de la matriz de programación dinámica, pasando al siguiente estado cuando el valor del contador alcanza el valor de *n*. En el estado *backtracking* se realiza el recorrido hacia atrás para calcular la trayectoria de alineación, retornando al estado inicial cuando cualquiera de los contadores sea igual a cero, lo que significa que se alcanzó la primera fila o la primera columna de la matriz. Cuando esta ocurre el controlador pone en alto la señal *send*, la cual habilita la máquina de estados que se encarga de la transmisión de los resultados al software.

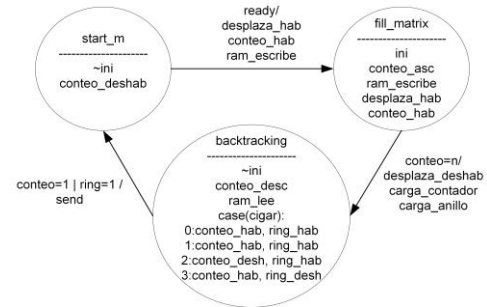


Figura 9: Máquina de estados para el control de la trayectoria de datos.

## RESULTADOS

El acelerador hardware descrito previamente fue probado en la tarjeta de desarrollo M505 de Pico Computing, la cual contiene el FPGA Xilinx Kintex-7 XC7K325T y se comunica al procesador anfitrión mediante la interface PCIe Gen2 x8. El diseño fue implementado utilizando el lenguaje Verilog y el entorno de desarrollo Vivado 2014.2. La computadora anfitrión posee un procesador Intel Core i5 de cuarta generación, 16 GB de RAM, 1 TB en disco duro y el sistema operativo Ubuntu 14.04.

La interface hardware-software proporcionada por el fabricante de la tarjeta incluye un número de funciones de librería software y un grupo de componentes firmware que permiten el control y el procesamiento basado en el modelo de cadenas en el FPGA, abstrayendo los detalles de la comunicación PCIe.

Para probar el diseño se desarrolló una aplicación que recibe cada lectura y el segmento de la referencia a alinear, realizando una estimación software de los resultados. Posteriormente, descarga la configuración del FPGA (archivo con extensión bit), codifica cada carácter de las lecturas y las referencias utilizando dos bits, los envía al hardware y espera los resultados. Finalmente comprueba la concordancia entre ambas aproximaciones.

En la fase de llenado de la matriz, se requiere únicamente un ciclo de reloj para calcular cada columna (*n* ciclos de reloj para toda la matriz). Mientras que, en el recorrido hacia atrás se requiere a lo mucho un total de  $n+m$  ciclos de reloj. Lo anterior da un total máximo de  $2n+m$  ciclos de reloj para el cálculo completo. En esta implementación el diseño utilizó una frecuencia de 250 Mhz, con lo cual el tiempo máximo de alineación de, por ejemplo, una lectura de 60 nts a una referencia de 64 nts es de 0.75 us, considerando exclusivamente el cómputo en la tarjeta FPGA.

La tabla 2 muestra los tiempos promedios de alinear grupos de 100 lecturas de 56 nts a cadenas de referencia de 64 nts incluyendo 5, 4, 3 y 2 errores, mediante las aproximaciones software y hardware. La tabla incluye los tiempos utilizados en el envío de los datos al FPGA, el procesamiento y la recepción de resultados. En todas las pruebas los resultados de ambas

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

aproximaciones fueron idénticas, no obstante el acelerador hardware supera por un factor superior a 110x a la aproximación software, demostrando las ventajas de la arquitectura propuesta.

Tabla 2: Tiempos de alineación en software y hardware.

Aproximación	Tiempos de alineación (us)			
	5 errores	4 errores	3 errores	2 errores
Software	117.12	116.33	102.62	95.74
Hardware	0.978	0.956	0.860	0.842
Factor de Aceleración	119.75	121.68	119.32	113.70

Finalmente, la tabla 3 muestra los recursos del FPGA utilizados (sin considerar a la interfaz PCIe). Observe como el porcentaje de utilización es muy bajo, lo que sugiere la incorporación de varios módulos de aceleración en el FPGA trabajando en paralelo y compartiendo los bloques de entrada y salida. Lo anterior permitirá obtener velocidades de procesamiento aún mayores a los reportados en la tabla 2.

Tabla 3: Recursos del FPGA utilizados

Recurso	Utilización	Disponibles	% de utilización
FF	519	407600	0.13
LUT	1948	203800	0.96
LUT Memory	768	64000	1.20
I/O	132	400	33.00
BUFG	1	32	3.12

## CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una nueva implementación hardware del algoritmo de Myers, la cual no está limitada a calcular la distancia de edición, sino también la trayectoria de alineación entre las dos cadenas de entrada. Los resultados muestran un elevado factor de aceleración en relación a una implementación realizada en software y se prevee un incremento adicional, cuando se llene el FPGA con múltiples módulos trabajando en paralelo. El acelerador está diseñado para trabajar junto a funciones software en un sistema híbrido, para implementar alineadores de lecturas altamente eficientes mediante la estrategia siembra y extiende o similar. En versiones futuras se extenderán los tamaños de los registros para procesar lecturas aún más largas de acuerdo a las tendencias de las tecnologías NGS. En tal caso, el factor de aceleración puede mejorar debido a que los procesadores requerirán procesar por bloques los vectores de bits, mientras que los FPGAs evaden esa limitante.

## REFERENCIAS

- [1] Goodwin, S., McPherson, J. D., & McCombie, W. R. (2016). Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies. *Nature Reviews Genetics*, 17(6), 333.
- [2] Pacheco Bautista, D., González Pérez, M., & Algreto Badillo, I. (2015). De la Secuenciación a la Aceleración Hardware de los Programas de Alineación de ADN, una Revisión Integral. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 36(3), 259-277.
- [3] Lee, C. T., & Peng, S. L. (2018). A Pairwise Alignment Algorithm for Long Sequences of High Similarity. In *Information and Communication Technology* (pp. 279-287). Springer, Singapore.
- [4] Liu, Y., Tran, T. T., Lauenroth, F., & Schmidt, B. (2014, September). SWAPHI-LS: Smith-Waterman algorithm on Xeon Phi coprocessors for long DNA sequences. In *Cluster Computing (CLUSTER), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 257-265). IEEE.
- [5] Salavert, J., Tomas, A., Tarraga, J., Medina, I., Dopazo, J., & Blanquer, I. (2015). Fast inexact mapping using advanced tree exploration on backward search methods. *BMC bioinformatics*, 16(1), 18.
- [6] Langmead, B., Trapnell, C., Pop, M., & Salzberg, S. L. (2009). Ultrafast and memory-efficient alignment of short DNA sequences to the human genome. *Genome biology*, 10(3), R25.
- [7] Drucker, T. M., Johnson, S. H., Murphy, S. J., Cradic, K. W., Therneau, T. M., & Vasmataz, G. (2014). BIMA V3: an aligner customized for mate pair library sequencing. *Bioinformatics*, 30(11), 1627-1629.
- [8] Wilton, R., Budavari, T., Langmead, B., Wheelan, S. J., Salzberg, S. L., & Szalay, A. S. (2015). Arioc: high-throughput read alignment with GPU-accelerated exploration of the seed-and-extend search space. *PeerJ*, 3, e808.
- [9] Li, H. (2013). Aligning sequence reads, clone sequences and assembly contigs with BWA-MEM. *arXiv preprint arXiv:1303.3997*.
- [10] Langmead, B., & Salzberg, S. L. (2012). Fast gapped-read alignment with Bowtie 2. *Nature methods*, 9(4), 357.
- [11] Liu, Y., Schmidt, B., & Maskell, D. L. (2012). CUSHAW: a CUDA compatible short read aligner to large genomes based on the Burrows-Wheeler transform. *Bioinformatics*, 28(14), 1830-1837.
- [12] Myers, G. (1999). A fast bit-vector algorithm for approximate string matching based on dynamic programming. *Journal of the ACM (JACM)*, 46(3), 395-415.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **Sensor HRM como variable no invasiva para la detección de cambios en la concentración de glucosa en la sangre**

Víctor Francisco García  
Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7471311143  
victor\_fg@uagro.mx

Antonio Alarcón Paredes

Rafael García Mencía  
Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7471104338  
menciarg@gmail.com

Gustavo A. Alonso Silverio



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7471300860  
aalarcon@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero  
+52 1 7471122838  
gsilverio@uagro.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

## RESUMEN

El propósito de este estudio es el de explorar la factibilidad de uso del sensor de ritmo cardíaco incorporado al Samsung S7 flat, como variable no invasiva, para medir cambios en el nivel de glucosa en la sangre. Un sensor de ritmo cardíaco funciona al calcular cambios de volumen en arterias por medio del reflejo de luz. Para este trabajo se utilizó el valor que arroja dicho sensor para medir la cantidad de luz reflejada por la yema del dedo índice de una persona. Se llevó a cabo un estudio para determinar si existen cambios significativos en las mediciones tomadas en ayunas versus aquellas tomadas dos horas después de comer.

## ABSTRACT

The aim of this study is to explore the feasibility of Samsung S7 Flat HRM sensor, as a non-invasive variable, for glucose-concentration-change detector. In general, a heart rate sensor computes changes in the artery and capillaries volume by means of light reflection. In this paper, the raw value from such sensor in order to measure the light amount reflected from the fingertip of a person was used. A study to identify significant differences between fasting and postprandial measures was also performed.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Applied computing -> Life and medical sciences -> Health care information systems

## Palabras clave

Estimación de glucosa, métodos no invasivos, sensor de ritmo cardíaco, aplicación móvil, android.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México. Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

## Keywords

Glucose level estimation, non-invasive methods, heart-rate sensor, mobile application, android.

## INTRODUCCIÓN

La diabetes es un trastorno metabólico que se caracteriza por un aumento en el nivel de glucosa contenida en fluidos corporales, como sangre y saliva. Este trastorno se da debido a una respuesta defectuosa de la insulina de las células  $\beta$  de los islotes de Langerhans, que ayudan a regular los niveles de glucosa en condiciones normales. La diabetes generalmente se clasifica como Tipo I y Tipo II.

Según la Secretaria de Salud Mexicana, la diabetes cobra más de 98 mil vidas de mexicanos al año. De 2000 a 2015, fallecieron más de un millón cien mil personas, casi el mismo número de muertos durante la Revolución Mexicana. Aunado a ello, el 73% de adultos y el 35% de niños y adolescentes tienen sobrepeso u obesidad, factor de riesgo para desarrollar diabetes [1].

Comúnmente, el monitoreo de glucosa se realiza mediante pruebas de laboratorio o utilizando glucómetros comerciales, en los cuales el usuario se tiene que pinchar el dedo para obtener una muestra de sangre. Muchos pacientes lo consideran incómodo y molesto, por lo que el monitoreo no se realiza adecuadamente, lo que conlleva a un mal cuidado de la salud. En este artículo se muestra la investigación sobre un método alternativo para desarrollar un sistema no invasivo para calcular la concentración de glucosa en la sangre, coadyuvando con un monitoreo más rápido y efectivo, que se lleve a cabo de una manera constante.

## OBJETIVOS

Este trabajo se realiza con el objetivo de identificar una variable no invasiva que pueda ser utilizada en un sistema de estimación de la concentración de glucosa en la sangre. Se determinará si el sensor de ritmo cardíaco, en conjunto con la luz infrarroja y luz roja incorporados el smartphone Samsung S7 Flat, pueden ser utilizados para tal propósito.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Una de las motivaciones de esta investigación recae en trabajos previos [2], [3] en los cuales utilizan la espectroscopía de infrarrojo cercano para determinar la concentración de glucosa utilizando diferentes sensores.

Aun cuando existen diversos enfoques en donde se construyen sistemas ad hoc, los autores de este trabajo creemos que existe potencial de utilizar la tecnología que tenemos al alcance, como lo es un teléfono inteligente. En la actualidad los teléfonos inteligentes integran una amplia funcionalidad a través de diversos sensores en combinación con un gran poder de procesamiento, algo que creemos debe ser aprovechado.



Figura 1.- Sensor HRM del teléfono Samsung S7 Flat

Por las razones anteriormente descritas, se pretende utilizar un teléfono inteligente para el propósito definido en los Objetivos. En particular, se llevaron a cabo experimentos en donde se utiliza el sensor HRM incorporado en el teléfono Samsung S7 Flat, que se muestra en la Figura 1.

El sensor HRM (Heart Rate Monitor), es básicamente un sensor óptico. Los leds rojo e infrarrojo (IR) del sensor HRM iluminan la piel del dedo o la muñeca y el fotodetector recibe las luces reflejadas de las arterias y los capilares. Esta luz reflejada representa el cambio de volumen de la arteria y los capilares debido al flujo de sangre desde el corazón.

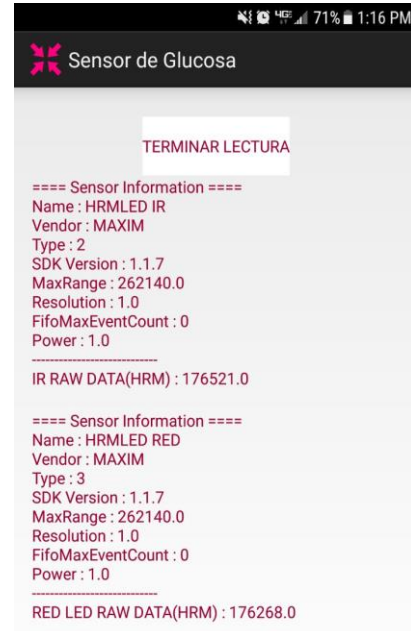


Figura 2.- Interfaz de la aplicación de la manipulación del sensor del smartphone.

Para la realización de la prueba, se programó una aplicación móvil desarrollada para dispositivos Android, con la cual se permite acceder directamente a los valores obtenidos por el sensor antes mencionado (véase figura 2).

De acuerdo con la OMS, tras la ingesta de alimentos la concentración de glucosa en la sangre aumenta en comparación a la que se tiene en ayunas [4]. Debido a que el propósito principal de este artículo es identificar una variable no invasiva que pueda estar correlacionada con el aumento o disminución de los niveles de glucosa en la sangre, el procedimiento se realiza dos veces al día: la primera en ayunas y la segunda en estado posprandial, dos horas después de la ingesta de alimentos. El protocolo para llevar a cabo la adquisición de datos es el siguiente:

- El sujeto debe estar en reposo total y sentado.
- Medir el ritmo cardiaco con la aplicación propietaria de *Samsung S Health*, colocando la yema del dedo índice de la mano derecha en el sensor de ritmo cardiaco del teléfono y el resultado se registra en una tabla de control.
- Colocar la yema del dedo índice de la mano derecha en el sensor de ritmo cardiaco (RC) del teléfono y medir la variación de infrarrojo (IR) y luz roja (LR) por un período de 120 segundos con la aplicación propuesta que permite manipular el sensor; tras la estabilización del sensor se obtiene su valor y el resultado se registra en la tabla de control.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Colocar la yema del dedo índice de la mano izquierda en el sensor de ritmo cardiaco (RC) del teléfono y medir la variación de infrarrojo (IR) y luz roja (LR) por 120 segundos; de igual forma, se obtiene el valor estabilizado y se registra en la tabla de control.

Una vez que se obtienen los datos, se trata de identificar cuál de las variables medidas (RC, IR, LR) permite diferenciar en mayor medida los valores obtenidos en ayunas (la glucosa es en general menor) de aquellos que se registraron tras la ingesta de alimentos (el nivel de glucosa aumenta). Para ello, se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon.

La prueba estadística de Wilcoxon es una prueba no paramétrica que permite encontrar diferencias significativas entre dos poblaciones de muestras independientes, sin asumir normalidad en los datos, siendo significativa con 95% de confianza cuando el resultado  $p < 0.05$  [6].

Para cada serie de mediciones (IR, RL), tanto en la mano derecha e izquierda, se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon a los valores registrados con las personas en ayunas y posprandial. Con esta prueba, es posible identificar cuál o cuáles variables podrían ser útiles para estimar la concentración de glucosa en la sangre. Esto es, se asume que cuando una variable reporta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) al ser medida en ayunas vs después de comer, presenta un mayor nivel de detalle y existe una correspondencia en función de la variación del nivel de glucosa.

## RESULTADOS

Para la realización de este trabajo, se tomaron en cuenta 8 participantes con edades de entre 18 y 40 años, a quienes se les practicó el protocolo de medición durante un período de 8 días, obteniendo las dos muestras, en ayunas y posprandial, diariamente.

Los resultados de aplicar la prueba estadística de Wilcoxon a las variables IR y RL en ambas manos, se reporta en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la prueba estadística de Wilcoxon de las variables del sensor HRM.

IR Derecha	IR Izquierda	RL Derecha	RL Izquierda
0.0419	0.2178	0.0577	0.0178

Analizando los datos registrados por el sensor, es posible notar que cuando la persona está en ayunas los valores leídos por el sensor son, de forma general, mayores en comparación con los obtenidos cuando ya ingirió alimentos (véase figura 3 a 6).

De acuerdo con el principio básico la ley de Beer – Lambert se establece que la intensidad de la luz transmitida disminuye exponencialmente al aumentar aritméticamente el espesor del medio absorbente [5]. Esto traducido al contexto del problema aquí expresado, implica que una persona en ayunas tiene menos

glucosa en la sangre versus en estado postprandial, lo que coincide plenamente con lo expresado por la OMS en [4].

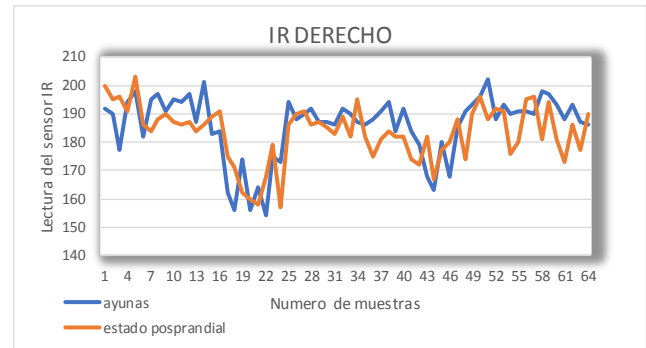


Figura 3.- Mediciones utilizando la luz infrarroja en el dedo índice de la mano derecha, con  $p=0.0419$

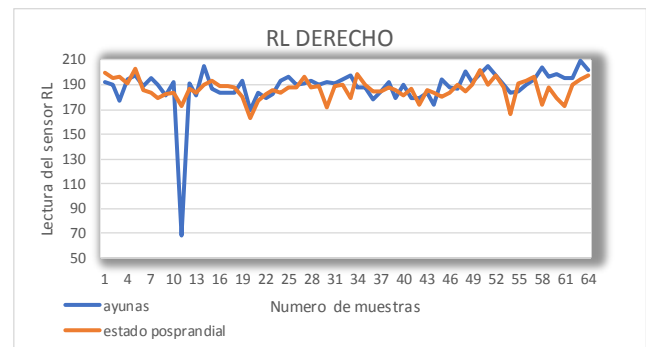


Figura 4.- Mediciones utilizando la luz del led rojo en el dedo índice de la mano derecha, con  $p=0.0577$

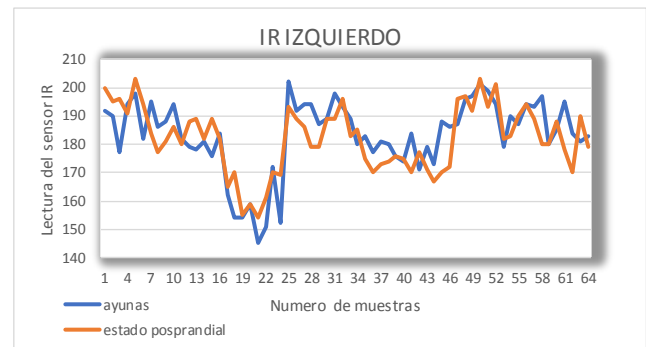


Figura 5.- Mediciones utilizando la luz infrarroja en el dedo índice de la mano izquierda, con  $p=0.2178$

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

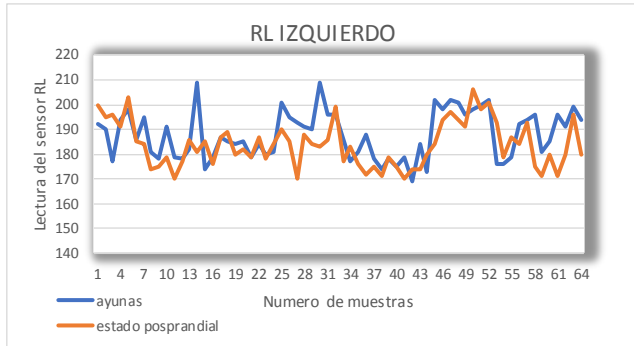


Figura 6.- Mediciones utilizando la luz del led rojo en el dedo índice de la mano izquierda, con  $p=0.0178$  significativa

Es posible notar que la serie que más diferencias presenta es cuando el fotodetector del sensor mide la cantidad de luz roja reflejada por la yema del dedo de la mano izquierda (RL Izquierda), con un valor de  $p=0.0178$ .

Este valor representa un indicio para comenzar futuros experimentos, utilizando los valores del sensor bajo la configuración RL Izquierda, y estableciendo relación con el valor obtenido tras obtener, al mismo tiempo, la concentración de glucosa por un método invasivo ya sea un glucómetro comercial o bien una prueba enzimática de laboratorio.

## CONCLUSIONES

Tras encontrar que la variable LR permite identificar diferencias significativas al ser medida en momentos del día donde es común que los niveles de glucosa varíen, es posible plantear un escenario donde pueda también ser utilizada para estimar la concentración de glucosa de forma no invasiva.

Con ello será posible, mediante algún algoritmo de predicción, establecer alguna relación entre las lecturas del sensor y las del glucómetro, con el fin de estimar de forma no invasiva la concentración de glucosa en la sangre, lo que sin duda ayudaría en gran medida a llevar un mejor seguimiento y control en personas con diabetes.

Por ello, el paso siguiente para dar continuidad a esta investigación, es el de llevar a cabo más experimentos tomando muestras con el sensor del teléfono celular, a la par de obtener la medición de glucosa con un glucómetro comercial o una prueba enzimática de laboratorio.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al estudiante de maestría Víctor Francisco García.

## REFERENCIAS

- [1] S. de Salud, "Cada año mueren 98 mil personas a causa de la diabetes," 2017. [Online]. Available: <https://www.gob.mx/salud/articulos/cada-ano-mueren-98-mil-personas-a-causa-de-la-diabetes?idiom=es>. [Accessed: 12-Dec-2017].
- [2] S. R. Chowdhury, B. Nandi, and P. Mondal, "A Non-Invasive Blood Insulin and Glucose Monitoring System Based on Near-Infrared Spectroscopy with Remote Data Logging," *2018 IEEE 31st Int. Symp. Comput. Med. Syst.*, pp. 274–279, 2018.
- [3] G. Saleh, F. Alkaabi, N. Al-Hajhouj, F. Al-Towailib, and S. Al-Hamza, "Design of non-invasive glucose meter using near-infrared technique," *J. Med. Eng. Technol.*, vol. 42, no. 2, pp. 140–147, 2018.
- [4] OMS, "Diabetes," 2018. [Online]. Available: [http://www.who.int/topics/diabetes\\_mellitus/es/](http://www.who.int/topics/diabetes_mellitus/es/). [Accessed: 21-Feb-2018].
- [5] D. C. Harris, "Análisis químico cuantitativo," 2003.
- [6] F. Wilcoxon, "Individual comparisons by ranking methods," *Biometrics Bull.*, vol. 1, no. 6, pp. 80–83, 1945.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema de recomendación de ítems con características textuales, numéricas y de tipo catálogo, utilizando la técnica Basada en Contenido

Juan C. Rendón-Miranda  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770  
juancarlos@cenidet.edu.mx

Máximo López-Sánchez  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770  
maximo@cenidet.edu.mx

Gabriel González-Serna  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770  
gabriel@cenidet.edu.mx

Noé A. Castro-Sánchez  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770  
ncaastro@cenidet.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Los sistemas de recomendación que utilizan la técnica de recomendación basada en contenido, por lo general consideran las descripciones textuales que describen a un ítem, por ejemplo, título, resumen, texto completo, etc. Pero ¿qué pasa cuando las características tienen valores numéricos o de tipo catálogo? ¿Cómo se deben de comparar los valores no textuales? En este trabajo se presenta un enfoque para el tratamiento y el cálculo de la similitud de los diferentes tipos de datos de las características de los elementos, para la generación de sugerencias de ítems con características de diferentes tipos de datos, utilizando la técnica de recomendación Basada en Contenido.

### ABSTRACT

Recommender systems that use the content-based

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

recommendation technique usually consider the textual descriptions that describe an item, for example, title, abstract, full text, etc. But, what happens when the features have numerical or catalog-like values? How the non-textual values must be compared? This paper presents an approach to process the items' characteristics which are represented by several data types to compute the similarity between items, to generate items suggestions with characteristics of several data types, using the content-based recommendation technique.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.3.5.5.3 **Information systems**, Information retrieval, Retrieval tasks and goals, Recommender systems.

Sistemas de información: Recuperación de información, Tareas y Objetivos de Recuperación, Sistemas de Recomendación.

### Términos Generales

Recuperación de información, Sistemas de recomendación, Procesamiento de Lenguaje Natural.

### Palabras clave

Sistemas de recomendación, Sistemas de información, Recuperación de información, Basado en Contenido, Procesamiento de Lenguaje Natural, PLN.

### Keywords

Recommender systems, Information systems, Information retrieval, Content-based, Natural Language Processing, NLP.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de recomendación son herramientas de software que sugieren a un usuario, una cantidad menor y limitada del total de un conjunto de elementos disponibles, con la finalidad de apoyar a los usuarios en el proceso de toma de decisiones. Los SR son de utilidad principalmente en entornos de información complejos o en donde el usuario no tiene mucha experiencia.

La técnica de recomendación Basada en Contenido (BC), en inglés Content-Based (CB), considera las características descriptivas de los ítems para identificar coincidencias de los elementos disponibles con los gustos, intereses o necesidades del usuario y así poder emitir sugerencias.

Algunos trabajos utilizan la técnica de recomendación BC, concatenan los valores de todas las características y hacen una comparación de las cadenas concatenadas, sin embargo, en el proceso de limpieza de la información algunos valores de la cadena formada pueden ser eliminados por no cumplir con algunos requisitos, por ejemplo, la longitud mínima de los caracteres de un término.

En este trabajo se presenta un enfoque para el tratamiento de las características descriptivas de los ítems diferentes a las textuales, con la finalidad de realizar un tratamiento separado de las mismas en el cálculo de la similitud entre dos ítems.

El presente documento está estructurado como sigue:

2. Sistemas de recomendación y conceptos.
3. Trabajos relacionados.
4. Descripción del problema.
5. Propuesta de solución.
6. Conclusiones y trabajos futuros.

## CONCEPTOS

### Técnicas de recomendación

Las técnicas de recomendación son el modelo teórico mediante el cual se realizará la explotación de las diversas fuentes de datos disponibles (ítems, usuario, etc.) para poder inferir las recomendaciones personalizadas a un usuario.

### Algoritmos de recomendación

Los algoritmos de recomendación son la implementación de las técnicas de recomendación. Las técnicas de recomendación plantean el ofrecer sugerencias a los usuarios basándose en información diversa y de acuerdo a los objetivos que desea obtener quien los implementa.

Entre las técnicas de recomendación existentes destacan Basada en Contenido (BC), Filtrado Colaborativo (FC) e Híbridas (HB).

### Basada en Contenido (BC)

En inglés, Content Based (CB), esta técnica de recomendación considera el contenido de los ítems para ser recomendados. El contenido se refiere a las características explícitas que describen al ítem y que se encuentran descritas en el repositorio de datos.

Esta técnica de recomendación busca coincidencias entre los ítems y la información disponible de los usuarios, o la comparación de los ítems con otros ítems con los que el usuario comparte alguna relación. [1]

Las principales desventajas son: la ausencia de información descriptiva de un ítem, la falta de la actualización de perfil del usuario o del ítem.

## TRABAJOS RELACIONADOS

En [2] presentan un SR en donde utilizan la técnica de recomendación basada en contenido para emitir las sugerencias, solo consideran características textuales de los elementos y realizan una clasificación de los ítems utilizando técnicas de Aprendizaje Automático (Machine Learning (ML), en inglés) para posteriormente generar las recomendaciones de ítems no calificados pero que pertenecen a la misma clase que los ítems previamente calificados por los usuarios.

En [3] realizan el cálculo de la similitud entre dos ítems, utilizando la similitud coseno, entre diferentes características textuales que describen un ítem sin concatenar todos los textos en uno solo, a fin de encontrar el grado de similitud entre características diferentes de dos elementos de diferente clase, por ejemplo, encontrar la similitud del título del elemento1 con el título del elemento2 y la similitud del elemento1 vs la descripción del elemento2, etc.

En [4] presentan un SR para sugerir elementos dentro de un entorno de una librería digital mediante el uso de diferentes técnicas de recomendación, BC, entre ellas, la cual es implementada mediante la identificación de la similitud a través de la similitud coseno, entre elementos a través de la concatenación de todos los valores textuales.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de una organización se tiene un repositorio de ítems heterogéneos, esto quiere decir que los elementos son de diferentes tipos. Cada uno de los ítems tiene diversas características que los describen, los valores de las características son de diversos tipos, por ejemplo, texto, numéricos o catálogos. Los valores de tipo texto son descripciones textuales del elemento, por ejemplo, título, resumen, descripción, texto completo, etc. Los valores numéricos pueden ser de dos tipos: cantidades o índices; las cantidades representan literalmente el valor asignado, mientras que los índices hacen referencia a valores de una escala definida al interior de la organización, por ejemplo, el 1 puede hacer referencia al color negro, mientras que el 2 al color rojo, etc. Los valores tipo catalogo son representaciones similares a los índices, pero la diferencia es que los catálogos. son una representación jerárquica del valor que representan, por ejemplo, el valor A.3.D.W, hace referencia a un valor jerárquico de cuatro niveles, donde cada nivel está separado por un punto.

La organización requiere recomendar ítems en dos situaciones: ítems similares a los previamente vistos o al elemento individual que el usuario está viendo, considerando lo siguiente:

- Calcular la similitud de los elementos teniendo en cuenta los diversos tipos de valores que describen a cada ítem
- Calcular únicamente la similitud entre ítems del mismo tipo
- Identificar hasta que nivel de las jerarquías los valores de tipo catalogo son similares

### PROPUESTA DE SOLUCIÓN

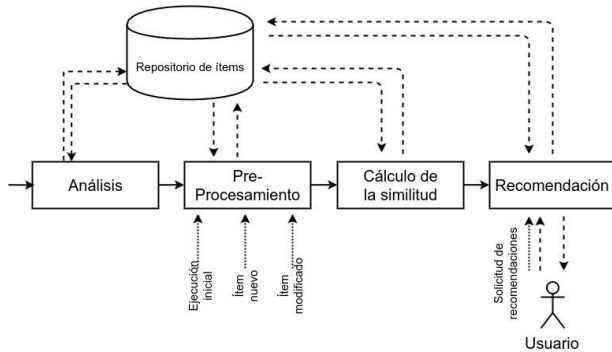


Figura 24. Arquitectura de la solución propuesta

En la Figura 24 se muestra la arquitectura de la propuesta de la solución para recomendar ítems con diferentes tipos de características utilizando la técnica de recomendación Basada en Contenido, en la misma figura se pueden observar tres tipos de líneas: continua, hace referencia a una secuencia; con guiones, hace referencia al flujo de la información; punteada, hace referencia a cuando se ejecutará el proceso. Las etapas de la arquitectura se describen a continuación:

### Descripción

#### Análisis

En esta etapa se realiza una revisión de la estructura de la entidad que almacena la información de cada tipo de ítem con la finalidad de identificar los tipos de valores que describen a cada tipo de ítem y conocer si son de tipo texto, numéricos, de tipo índice o de tipo catálogo, así como identificar las relaciones que la entidad tiene con entidades auxiliares para crear las consultas respectivas para extraer la información de un ítem de forma integral.

#### Pre-Procesamiento

El pre-procesamiento se refiere a un proceso que se les aplica a los valores en bruto que describen a los ítems, con la finalidad de normalizar algunos aspectos y preparar los datos para que sea computacionalmente más fácil el tratamiento de la información, en las etapas siguientes.

En el pre-procesamiento se suelen aplicar algunas técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), las cuales permiten normalizar o identificar algunas propiedades de los valores.

Entre las técnicas de PLN aplicadas se encuentran: identificación del idioma, stemming, lematización, eliminación de stop-words y la identificación de n-gramas.

Esta etapa puede ejecutarse en tres circunstancias: cuando se ejecuta el pre-procesamiento de todos los ítems por primera vez, cuando un ítem es agregado al repositorio o cuando la información de un ítem es actualizada.

Como la información de los ítems existentes en el repositorio no tiende a cambiar constantemente, pero es constante la agregación de nuevos ítems al repositorio, el resultado del pre-procesamiento es almacenado en una entidad auxiliar en el repositorio con la finalidad de evitar de re-pre-procesar las características de los ítems, cada vez que un nuevo ítem es añadido al repositorio y se requiere conocer la similitud del ítem agregado vs los ítems existentes.

#### Cálculo de la similitud

El cálculo de la similitud se realiza para conocer el grado de similaridad entre dos ítems. De acuerdo al problema descrito anteriormente, los ítems pueden ser de varios tipos, además cada tipo de ítem tiene ciertas características que los describen y cada característica es de un tipo de valor específico (texto, numérico, catalogo). Entonces se requiere conocer el grado de similitud entre un ítem y todos los demás, por lo que es necesario calcular la similitud entre todos los ítems.

En este trabajo el coeficiente de la similitud entre dos ítems es un valor que oscila entre 0 y 1; si el valor tiende a 1 significa que los ítems son similares respecto a que, si el valor tiende a 0, lo que significa que los ítems son menos similares. Dicho coeficiente es un promedio de la similitud entre los valores de cada ítem por cada tipo de característica, lo anterior puede resumirse en la Ecuación 1.

$$\text{similitud}(i_a, i_b) = \frac{\sum_{k=1}^n \text{sim}(c_k i_a, c_k i_b)}{n}$$

Figura 1. Ecuación 1. Similitud entre dos ítems

Dónde:

- $\text{similitud}(i_a, i_b)$  = función para calcular la similitud entre el  $i_a$  y el  $i_b$
- $i_a$  = Ítem involucrado  $a$
- $i_b$  = Ítem involucrado  $b$
- $\text{sim}(c_k i_a, c_k i_b)$  = función para calcular la similitud entre el  $i$ -ésimo tipo de característica del  $i_a$  y el  $i$ -ésimo tipo de característica del  $i_b$
- $c_k i_x$  =  $i$ 'ésimo tipo de característica del ítem  $x$ , dónde  $x$  puede ser  $a$  o  $b$
- $n$  = total de tipos de características presentes en ambos ítems

Una vez que se ha calculado la similitud entre los ítems, el coeficiente es almacenado en una entidad auxiliar en el repositorio, la cual nos permitirá relacionar a ambos ítems con su respectivo valor de similitud.

#### Recomendación

Esta etapa corresponde a la ejecución de la implementación de la técnica de recomendación Basada en Contenido. Como se mencionó anteriormente, la implementación de un SR responde

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

a las necesidades y objetivos que la organización que lo implementa tiene y desea alcanzar. Previamente en la descripción del problema se mencionó que la organización desea que las recomendaciones se le hagan llegar al usuario en dos situaciones: cuando ingresa al sistema de información, se le presentarán recomendaciones de ítems similares a los previamente vistos; cuando visualiza un ítem, se le presentarán sugerencias de ítems similares al que actualmente está viendo.

Para poder cumplir con los requisitos de la emisión de sugerencias es necesario identificar en dónde se va a integrar el SR, en un sistema de información exclusivo del SR o en un sistema de información existente. En ambas situaciones el SR debe de considerar que se debe de almacenar el feedback implícito que sucede cuando el usuario visualiza un ítem.

Para poder implementar la técnica de recomendación BC, primero es necesario identificar lo siguiente:

- Al usuario actual
- El ítem que se está visualizando o los ítems visualizados previamente

Una vez que se han completado satisfactoriamente las etapas de la arquitectura de la solución propuesta, la implementación de la técnica de recomendación BC, se resume en dos consultas al repositorio:

- Ítems similares a los previamente visitados
- Ítems similares al que se está visualizando

Si el usuario accede a un ítem de la lista de sugerencias, entonces el sistema de información deberá de guardar el feedback explícito desencadenado por el usuario en esta acción.

### Implementación

Aquí se describen algunos detalles de la implementación de las etapas de la arquitectura de solución propuesta.

#### Pre-procesamiento

Se identifican los ítems que van a ser pre-procesados, los cuales pueden ser: todos los ítems, la primera vez que se ejecuta este proceso es necesario pre-procesar todos los ítems existentes en el repositorio; nuevos ítems, los ítems que son agregados al repositorio después de completar la primera ejecución de este proceso; ítems modificados, aquellos ítems cuya información del repositorio fue actualizada. Los ítems identificados en alguno de los tres casos anteriores pasaran a pertenecer al conjunto de ítems que necesitan ser pre-procesados, a dicho conjunto lo llamaremos itemsToPre-process.

Por cada ítem a pre-procesar, sus valores textuales son concatenados, separados por un espacio simple, para obtener una cadena única textual a la que denominamos itemText. A itemText se le aplican las técnicas de PLN y como resultado se obtiene una cadena de texto pre-procesada a la que llamamos itemTextPreProcessed y el idioma identificado. Finalmente se guarda el texto pre-procesado y el idioma del ítem en la entidad auxiliar.

En la Figura 25 se describe a manera de pseudocódigo, la implementación de esta etapa.

```
FOREACH itemi IN itemsToPre-process DO:
    itemText = ''
    FOREACH text IN
getItemCharacteristicsByTypevalue(itemi, textual)
DO:
    itemText += ' '+text
    itemTextPreProcessed, idioma =
TecnicasPLN(itemText)
    guardarPre-procesamiento(itemi,
itemTextPreProcessed, idioma)
```

Figura 25. Pseudocódigo de la implementación de la etapa de Pre-procesamiento

#### Cálculo de la similitud

Una vez que se completó la etapa de pre-procesamiento, para todos los ítems la primera vez que se ejecuta dicha etapa o cuando un ítem es modificado o agregado, entonces se puede proceder a calcular la similitud entre los ítems. Como limitante en la implementación, se estableció que un ítem únicamente podrá compararse contra ítems del mismo tipo y con el mismo idioma identificado.

Los ítems que requieren que se les calcule la similitud vs los demás, corresponden a los mismos ítems identificados y que pertenecen al conjunto itemsToPre-process, ahora serán identificados como itemsPendingSim. Para cada ítem en itemsPendingSim, se calculará la similitud vs todos los demás. En el caso de la primera ejecución del cálculo de la similitud para los ítems existentes en el repositorio, se puede evitar recalcular la similitud de "item<sub>b</sub> vs item<sub>a</sub>" si ya se tiene almacenado el cálculo de "item<sub>a</sub> vs item<sub>b</sub>", para eso es necesario identificar si es la primera ejecución del cálculo de similitud y si ya existe un valor de similitud almacenado en el repositorio que involucra a ambos ítems. En caso de que no sea la primera ejecución del cálculo de similitud para todos los ítems, entonces se procede a calcular la similitud del ítem vs todos los demás, incluso si ya existe un valor almacenado, esto último únicamente para el caso de los ítems cuya información es actualizada.

Durante el cálculo de la similitud entre un ítem vs todos los demás ítems, se calcula la similitud entre cada tipo de valor identificado, se realiza una sumatoria de la similitud por cada tipo de valor y se promedia entre el número de tipos de valor a los que se les calculó la similitud. El coeficiente es almacenado en la entidad auxiliar en el repositorio.

El cálculo de la similitud por tipo de valor se realiza de la siguiente manera:

- Valores textuales. Se realiza el cálculo de la similitud léxica entre dos cadenas de texto. Como los valores textuales de ambos ítems ya fueron pre-procesados, se utiliza la cadena pre-procesada de cada ítem. El valor de similitud es obtenido considerando la densidad de los términos presentes en las cadenas de texto involucradas a través de la similitud coseno, como se describe en [1].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Valores numéricos no índices. De acuerdo a las restricciones o condiciones internas de la organización, es como serán comparados los valores numéricos no índices. Por ejemplo, si se requiere que para cierta característica los valores sean iguales, la comparación retornará un 1 si se cumple la condición, de lo contrario un 0; otras condicionales pueden ser: que ambos valores se encuentren  $+n$  cantidad de separación, que ambos valores sean mayores a un valor especificado, que ambos valores sean menores a un valor especificado, que un valor sea mayor y el otro menor a un valor especificado, etc. Como cada comparación de una característica de este tipo de valor arroja un valor 0 o 1, para obtener un valor de similitud entre ambos ítems por este tipo de valor, se calcula el promedio a través de la sumatoria de las  $n$  comparaciones realizadas por este tipo de valor entre  $n$ .
- Valores numéricos índices. Estos valores hacen referencia a otros valores que han sido definidos internamente en la organización, pero que son almacenados como valores numéricos para cumplir algunas reglas de la normalización de entidades. De acuerdo a lo definido internamente en la organización, la comparación de los valores numéricos de tipo índice, puede que sea necesario recuperar el valor al que se hace referencia o se pueda realizar la comparación únicamente con los valores numéricos índices, como si se tratara de valores numéricos no índices.

En caso de que no se requiera recuperar el valor al que hace referencia el índice, los valores involucrados serán tratados para ser comparados como valores no índices, según lo definido. Por el contrario, si se requiere recuperar el valor al que hace referencia el índice, entonces la comparación pueda ser de otra forma, por ejemplo: que ambos valores obtenidos sean iguales o diferentes, que ambos valores obtenidos sean cercanos léxicamente, que se comparen como valores tipo catálogo, etc.

- Valores tipo catálogo. Como se mencionó anteriormente, los valores de tipo catalogo representan un valor jerárquico de varios niveles, donde cada nivel del valor está separado por un carácter, en este caso por un punto. En lo previamente descrito, se hizo del conocimiento que los valores tipo catálogo, originalmente están almacenados como un valor de tipo índice, por lo que se requiere obtener el valor real para realizar la comparación entre los catálogos. de ambos ítems.
- Una comparación simple sería verificar si el valor tipo catálogo de cada uno de los dos ítems involucrados es igual, dicha comparación podría ser útil si la condición es que ambos valores sean iguales, en donde en caso de que se cumpla la condición se retornaría un 1 o de lo contrario un 0. Una comparación compleja es identificar hasta que nivel de la jerarquía, los catálogos. involucrados son iguales, para ello es necesario separar cada nivel jerárquico del catálogo de cada ítem para realizar la comparación. Una vez que se han separado los niveles de los catálogos., es necesario comparar cada nivel, siempre y cuando el nivel anterior sea igual; a través de una iteración de los niveles se va comparando cada nivel en ambos catálogos., si el valor del nivel iterado es el mismo en ambos catálogos., entonces se procede a comparar el nivel siguiente, de lo contrario se

concluye la comparación. A cada nivel consecutivo que cumple la condición de igualdad, se le asigna un valor que denominaremos *peso del nivel*. El peso asignado a cada nivel coincidente, puede ser obtenido de dos formas:

1. Como resultado de dividir 1 entre el número máximo de niveles posibles en la jerarquía de dicha característica.
2. Como resultado de dividir 1 entre el número máximo de niveles en los valores de los catálogos de los ítems involucrados.

Entonces la similitud entre los valores de los catálogos. de los ítems involucrados es igual a la sumatoria del peso de los niveles consecutivos coincidentes en ambos catálogos. Si solo existe un catálogo como característica descriptiva en ambos ítems, entonces el valor de la sumatoria pasa directamente como resultado de dicha comparación, de lo contrario, se calcula un promedio de las sumatorias de los  $n$  catálogos. existentes en ambos ítems entre  $n$ .

## Similitud entre dos ítems

La similitud entre dos ítems se puede resumir como el promedio de las similitudes de los  $n$  tipos de valor de las características de ambos ítems, entre  $n$ . Esto se puede observar en la Ecuación 1, su implementación se describe en la Figura 26 a manera de pseudocódigo y de detallan algunas funciones.

```
//función para calcular la similitud por tipo de característica
function
compararCaracteristicasByTipo(tipoCaracteristica
, caracteristicaItema, caracteristicaItemb):
    result = 0
    switch(tipoCaracteristica):
        case textual:
            //calcula la similitud de las
            características textuales
            result =
similitudCoseno(caracteristicaItema,
caracteristicaItemb)
            break;
        case numérico:
            //calcula la similitud de las
            características de tipo numérico, según la
            condicional especificada (igualdad, dentro de
            rango, mayor a valor, menor a valor, etc.)
            break;
        case catalogo:
            //calcula la similitud de las
            características de tipo catalogo
            //separar en niveles las
            características por el carácter de separación
            nivelesItema =
separar(caracteristicaItema, '.')
            nivelesItemb =
separar(caracteristicaItemb, '.')
```

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

```
totalNiveles = totalNiveles ?
totalNiveles : max(count(nivelesItema),
count(nivelesItemb))

pesoNivel = 1/ totalNiveles
sumaPesosNiveles = 0
FOR nivel IN range(0,totalNiveles)
DO:
    IF nivelesItema[nivel] ==
nivelesItemb[nivel]:
        sumaPesosNiveles +=
pesoNivel
    ELSE:
        break;
    result =
sumaPesosNiveles/totalNiveles
    break;
    case textual:
        //calcula la similitud de las
características textuales
        result =
similitudCoseno(caracteristicaItema,
caracteristicaItemb)
        break;
    return result

//función para calcular la similitud por tipo de
característica entre dos ítems
function
calcularSimilitudByTipoCaracteristica(tipoCaract
eristica, caracteristicasItema,
caracteristicasItemb):
    similitudTipoCaracteristica = 0
    totalCaracteristicasByTipo =
count(caracteristicasItema)
    FOR i IN range(0,
totalCaracteristicasByTipo) DO:
        similitudTipoCaracteristica +=
compararCaracteristicasByTipo(tipoCaracteristica
, caracteristicaiDelItema,
caracteristicaiDelItemb)
    return
similitudTipoCaracteristica/totalCaracteristicas
ByTipo

//función para calcular la similitud entre dos
ítems
function similitud(itema, itemb):
    similitudTextual, similitudNumerica,
similitudCatalogo, similitud, sumSimilitud,
nTiposCaracteristicas = 0
    tiposCaracteristicas = [textual, numerica,
catálogos., otros]
    nTiposCaracteristicas =
count(tiposCaracteristicas)
```

```
FOREACH tc IN tiposCaracteristicas DO:
    sumSimilitud +=
calcularSimilitudByTipoCaracteristica(tc, ctcia,
ctcib)
    result = sumSimilitud/ nTiposCaracteristicas
    return result

//función para verificar si existe un valor
similitud ya almacenado entre dos ítems
function existeValorSimilitud(itema,itemb):
    result = 0
    //verificación de si existe un valor de
similitud ya almacenado entre (itema,itemb) o
(itemb, itema)
    IF existeSimilitud(itema,itemb) OR
existeSimilitud(itemb,itema):
        result = 1
    return result

//Ejecución principal
//iteración de los ítems pendientes para
calcular la similitud
FOREACH itemi IN itemsPendingSim DO:
    //iteración de los ítems diferentes a itemi
    FOREACH itemj IN getAllItems(WHERE
items[tipo]=itemi[tipo] AND
items[idioma]=itemi[idioma]) DO:
        calcularSimilitud = 1
        //se verifica si la ejecución actual es
la primera ejecución en la que se calcula la
similitud de todos los ítems existentes en el
repositorio
        IF primeraEjecucion == 1:
            //verificación
            IF existeValorSimilitud(itemi,
itemj) == 1:
                calcularSimilitud = 0
        IF calcularSimilitud == 1:
            similitud = similitud(itemi, itemj)
            guardarSimilitud(itemi, itemj,
similitud)
```

Figura 26. Pseudocódigo de la implementación de la Ecuación 1 para el Cálculo de la similitud entre dos ítems

## Recomendación

En esta etapa se considera que ya existen valores de similitud entre ítems, registrados en el repositorio. En esta etapa de la propuesta de solución, se realiza la implementación de la técnica de recomendación Basada en Contenido, y como se mencionó previamente, dicha implementación se resume en dos consultas al repositorio de acuerdo al escenario en el que el usuario se



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

encuentre: visualizando una sección general del sistema o un ítem en específico.

En el caso de que el usuario se encuentre visualizando una sección general, se realiza una selección de los ítems similares a los previamente visualizados por el usuario y que aún no han sido visualizados. Se recomienda limitar la cantidad de sugerencias a 6. La consulta al repositorio se presenta en la Figura 27 a manera de pseudocódigo.

```
SELECT * FROM repositorio WHERE item IN
itemsSimilaresA(itemsVisualizadosPorUsuario(usuario)) AND item NOT IN
itemsVisualizadosPorUsuario(usuario) ORDER BY
similitud DESC LIMIT 6
```

Figura 27. Pseudocódigo de la consulta al repositorio para obtener las recomendaciones en caso de que el usuario se encuentre visualizando una sección general

En el caso de que el usuario se encuentre visualizando un ítem específico, se realiza una selección de los ítems similares al ítem actual y que aún no han sido visualizados. Se recomienda limitar la cantidad de sugerencias a 3. La consulta al repositorio se presenta en la Figura 28 a manera de pseudocódigo.

```
SELECT * FROM repositorio WHERE item IN
itemsSimilaresA(itemActual) AND item NOT IN
itemsVisualizadosPorUsuario(usuario) ORDER BY
similitud DESC LIMIT 3
```

Figura 28. Pseudocódigo de la consulta al repositorio para obtener las recomendaciones en caso de que el usuario se encuentre visualizando un ítem específico

En ambos casos los elementos seleccionados son ordenados de forma descendente de acuerdo al valor de la similitud. El límite sugerido de ítems a mostrar en cada caso fue derivado de los experimentos presentados en [3]. La cantidad de ítems puede ser adaptada de acuerdo a los requerimientos de la organización que implementa los ítems.

## CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se presenta un enfoque para el tratamiento de valores no textuales que describen a un conjunto de ítems y que se desea sean recomendados a través de la técnica Basada en Contenido, considerando algunos requerimientos de la organización.

Al comparar por separado los diversos tipos de valores de las características de los ítems, se puede obtener un valor más preciso de la similitud entre dos elementos.

Como trabajos futuros se encuentra la evaluación del sistema de recomendación y la integración de más requerimientos para la emisión de las recomendaciones.

## REFERENCIAS

[1] G. Adomavicius y A. Tuzhilin, «Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions,» IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 17, n° 6, pp. 734-749, 2005.

[2] R. J. Mooney y L. Roy, «Content-based book recommending using learning for text categorization,» Proceedings of the fifth ACM conference on Digital libraries (DL '00), pp. 195-204, 2000.

[3] Y. Gu, B. Zhao, D. Hardtke y Y. Sun, «Learning Global Term Weights for Content-based Recommender Systems,» Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web (WWW '16), pp. 391-400, 2016.

A. Tejeda-Lorente, C. Porcel, E. Peis, S. R. y E. Herrera-Viedma, «A quality based recommender system to disseminate information in a university digital library,» Information Sciences, vol. 251, pp. 52-69, 2014.

[4] J. C. Rendón-Miranda, J. Y. Arana-Llanes, J. G. González-Serna y N. González-Franco, «Automatic Classification of Scientific Papers in PDF for Populating Ontologies,» 2014 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, 2014.

[5] L. Chen y H. K. Tsoi, «Users' Decision Behavior in Recommender Interfaces: Impact of Layout Design,» RecSys'11 Workshop on Human Decision Making in Recommender Systems, pp. 21-26, 2011.

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **4. TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA CULTURA DIGITAL**

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Admisibilidad de la Evidencia Digital en Latinoamérica

Lelia Cristina Díaz Pérez  
Instituto Politécnico Nacional  
UPIICSA  
Av. Té 950, Granjas México,  
08400, Ciudad de México, México  
(52)(55) 38042891  
ldiazp1301@alumno.ipn.mx

Graciela Vázquez Álvarez  
Instituto Politécnico Nacional  
SEPI ESIME Zacatenco  
Av. Luis Enrique Erro S/N, Gustavo  
A. Madero, 07738, Ciudad de  
México  
México  
(52)(55) 57296000  
gravazquez@gmail.com

Rubén Vázquez Medina  
Instituto Politécnico Nacional,  
CICATA Querétaro,  
Cerro Blanco 141, Colinas del  
Cimatario, 76090, Querétaro,  
México.  
(52)(55) 5729 6000 ext. 81049  
ruvazquez@ipn.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El mundo de la informática hoy en día es parte de nuestra vidas llevándolo del plano virtual al físico, muestra de ellos son los aspectos que afectan a las personas y la sociedad, en específico los delitos. Actualmente, estos han usado los medios digitales para ampliar su afectación, considerados en el concepto de ciberamenazas. Durante varios años los estados de distintos países han estado trabajando en esfuerzos que permiten atender esta necesidad social, sin embargo la oportunidad de mejora principal es la alineación y homologación de los siguientes aspectos.

1. Tipificación de delitos informáticos
2. Medios probatorios en código civil y/o código penal
3. Descripción de peritos informáticos
4. Normatividad nacional sobre acreditación de laboratorios.
5. Normatividad nacional sobre conservación de mensajes de datos y/o Cadena de Custodia.
6. Normatividad nacional sobre metodología de informática forense
7. Integración al convenio de BUDAPEST

Se busca una homologación e integración de lo anterior en una

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Política Social que busque incrementar la eficacia en la investigación, prevención, persecución y en la sanción a las personas ciberdelincuentes.

Específicamente en México, dicha política podrá estar asentada en un Plan Nacional en Informática Forense, la cual será el mecanismo que use el estado para dar cumplimiento a dos de sus ejes transversales de la Estrategia Nacional de Ciberseguridad “Desarrollo de Capacidades” y “Marco Jurídico y Autorregulación”.

### ABSTRACT

The computer world today is part of our lives taking it from the virtual to the physical plane, example of that are the aspects that affect people and society, specifically those called crimes. Currently, they have used digital media to broaden their scope, considered in the concept of cyberthreats. For several years the states of different countries have been working on efforts to meet this social need, however the main improvement opportunity is the alignment and homologation of the following aspects.

1. Typification of computer crimes
2. Evidence in civil code and / or criminal code
3. Description of computer experts
4. National regulations on accreditation of laboratories.
5. National regulations on the conservation of data messages and / or Chain of Custody.
6. National regulations on computer forensic methodology
7. Integration to the BUDAPEST agreement

When seeking a homologation and integration of the above in a Social Policy that increases efficiency in the investigation, prevention, prosecution and punishment of cybercriminals.

Specifically in Mexico, this policy may be based on a National Plan on Forensic Computing, which will be the mechanism used by the state to comply with two of its transversal axes of the

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

National Cybersecurity Strategy "Capacity Development" and "Legal Framework". and Self-regulation "

## Categorías y descriptores temáticos

Social and professional topics~Computer crime

Temas sociales y profesionales ~ Delito informático

## INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos móviles en la sociedad es cada vez más usual y va en incremento, en 2017, el 72.2% de la población de seis años o más utiliza el teléfono celular. Ocho de cada diez, disponen de celular inteligente, incrementando de 60.6 millones de personas a 64.7 millones de 2016 a 2017, también se incrementó de 89.0% en 2016 a 92.0 por ciento en 2017 el número de usuarios que se conectan a internet desde un celular inteligente, datos presentados el pasado 20 de febrero de 2018 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) obtenidos con la "Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de las tecnologías de la información en los hogares 2017" [1] Además da a conocer datos más específicos del uso de los celulares inteligentes, como la instalación de aplicaciones por 36.4 millones de usuarios, donde el 92.1% instaló mensajería instantánea, el 79.8% herramientas para acceso a redes sociales, el 69.7% instaló aplicaciones de contenidos de audio y video, mientras que 16.0% utilizaron su dispositivo para instalar alguna aplicación de acceso a la banca móvil. Estos resultados permiten analizar que la sociedad goza de la tecnología y le da diferentes usos desde lo académico, ocio, trabajo, comunicación y entretenimiento, facilitando actividades diarias como el envío y recepción de mensajes de datos, la captura de momentos en fotos, videos, audios y a la vez publicarlos o compartidos con amigos o familiares a través del internet y más común por las redes sociales o aplicaciones específicas con esas funcionalidades y amigables con las que cuentan los dispositivos móviles como teléfonos inteligentes (Smartphone) o tabletas (tables), permitiendo su uso sin discriminación de edades ni de conocimientos técnicos especializados. Todos estos archivos (imágenes, audios, videos, mensajes, entre otros) son almacenados en estos dispositivos o medios electrónicos y su uso y propiedad son totalmente de la persona que lo posee.

Pero la sociedad se enfrenta a otra realidad y es el incremento de los delitos, acciones que incurren a la ley y que genera un mal a una persona, una propiedad o a la sociedad en general y que son juzgados, pero más allá de una estadística está la problemática de en donde y como son realizados. La criminalidad también se da en la nube, en la internet o en el ciberespacio conociéndose con el término de ciberdelitos, delitos que son los mismos que se encuentran tipificados por la legislación de cada país, eso quiere decir que son reconocidos y juzgados pero con nombres o términos implícitos en el gremio de la tecnología como por ejemplo, el *Phishing* el cual en la legislación está tipificado como *suplantación de identidad*.

Buscando la relación entre el uso de dispositivos móviles y la facilidad de captura de imágenes, videos, audios y mensajes de datos con los delitos informáticos, es que muchos de estos son

materializados por medio de los dispositivos o en los dispositivos quedan registros o pistas que podrían ser utilizados como indicios de un delito, esto quiere decir, que por medio del dispositivo se puede hacer llamadas, tomar fotografías, generar audios o enviar mensajes como medio para cometer un delito como por ejemplo, si se trata de un delito como el secuestro, con el dispositivo se podría generar las llamadas para dar información a la víctimas o enviar mensajes de texto, se podría capturar videos como pruebas de supervivencia o enviar ubicación por medio del GPS. Todos estos archivos que son generados, podrían ser utilizados como evidencia digital y ser llevados a los estrados civiles o penales para ayudar al esclarecimiento de los hechos, pero esta evidencia para ser utilizada en los procesos debe de cumplir con requisitos por la legislación de cada país como la integridad de los mismos, refiriéndose a que no han sido manipulados o editados desde el momento de su captura, pero para este tipo de certificación se debe tener el acceso a los laboratorios que hacen análisis forense tanto en informática como en medios digitales (audios, imágenes, videos, mensajes de texto) para que emitan informes técnicos con validez legal para ser presentados como evidencia digital y posterior ser considerados como material probatorio.

Derivado de lo anterior, nos preguntamos ¿Qué pasaría si se tiene un laboratorio que haga análisis forense en informática y en medios digitales y además certifique la integridad de las evidencias para ser utilizadas en procesos legales? ¿Están los países preparados legislativamente para atender casos jurídicos con material de prueba digital? A respuesta de este interrogante y en pro de contar con una recolección de información más específica de la legislación de algunos países en materia de pruebas, se hizo una revisión del marco regulatorio sobre la admisibilidad de la evidencia digital como material probatorio considerando otros temas relacionados como la legislación que aplica a los laboratorios, a los peritos y convenios internacionales en materia de ciberdelincuencia.

## OBJETIVO

Generar una categorización de las variables o factores que hacen parte de la rama de informática forense considerando la legislación aplicable a cada una en 4 países latinoamericanos.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

### 1. Contextualización

Con la necesidad de dar contexto del tema, es importante definir algunos términos que están relacionados no solo con el marco regulatorio sino con toda el área de la investigación forense. Se da inicio con la *Criminalística* quien brinda un espacio de análisis y estudios, sobre los hechos y las evidencias que se identifican en el sitio del suceso donde se consumaron eventos catalogados como ilícitos. A partir de este instante, se debe implantar un nuevo conjunto de herramientas, técnicas, métodos, estrategias y acciones para descubrir en los medios informáticos, la evidencia que sustente, verifique, identifique e individualice las afirmaciones sobre hechos delictivos y medios empleados

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

para la comisión de los mismos [2]. Los estudios criminalísticos se apoyan en métodos y técnicas propias del trabajo de diferentes disciplinas, ciencias auxiliares y laboratorios periciales, entre los que se encuentran: balística, biología forense, abuso de drogas, genética forense, toxicología, informática forense, entre otras [3]. La *Informática Forense* hace entonces su aparición como una disciplina auxiliar de la justicia moderna, para enfrentar los desafíos y técnicas de los intrusos informáticos, así como garante de la verdad alrededor de la evidencia digital que se pudiese aportar en un proceso [4].

El código Penal Federal de México define a *Delito* como el acto u omisión que sancionan las leyes penales [5]. Los *Delitos Informáticos* son actos criminales en los cuales se encuentran involucrados las computadoras o dispositivos móviles y las personas responsables de ellas. Existen 3 tipos de delitos [6]:

1. Delitos directamente contra computadoras o dispositivos móviles.
2. Delitos donde la computadora o dispositivos móviles contiene evidencia.
3. Delitos donde la computadora o dispositivos móviles son utilizados para cometer el crimen.

El término *Indicio* proviene de latín *indictum*, que significa signo aparente y probable de que existe alguna cosa, y a su vez es sinónimo de señal, muestra o indicación. Por lo tanto, es todo material sensible significativo que se percibe con los sentidos y que tiene relación con un hecho delictuoso. De acuerdo con el HB: 171 2003 Guidelines for the Management of IT Evidence, la *Evidencia Digital* es: "cualquier información, que sujeta a una intervención humana u otra semejante, ha sido extraída de un medio informático" [7]. En este sentido, la evidencia digital, es un término utilizado de manera amplia para describir "cualquier registro generado por o almacenado en un sistema computacional que puede ser utilizado como evidencia en un proceso legal". Teniendo en cuenta lo anterior, cuando se presenta un incidente informático, se deben esclarecer los hechos o actos por medio del análisis forense y es ahí donde entra en juego los laboratorios dedicados a esta disciplina.

Con las definiciones anteriores pueden surgir varios cuestionamientos. ¿Qué hacer cuando se presenta un incidente informático?, ¿Qué se puede lograr o hasta donde sería el alcance de análisis?, ¿Qué ofrece el análisis forense y quienes están capacitados para realizarlo?, Y si el indicio se presenta en medio digital, ya sea un audio o grabación, en una imagen o un video ¿Se podría obtener más información y determinar lo ocurrido o las personas involucradas?, ¿En qué momento uno de estos medios deja de ser un indicio y pasa a hacer una evidencia? Y como interrogante final y columna vertebral de este trabajo es ¿Si se cuenta con evidencia digital y esta cuenta con los criterios exigidos en este caso por la legislación mexicana para su admisibilidad en procesos civiles y penales, es posible que esto mismo sea aceptados en otros países latinoamericanos?

Considerando los interrogantes y con el afán de clasificar y organizar la información de esta revisión, se propuso el siguiente cuadro donde se concentran varios aspectos que de acuerdo a la lectura eran iguales o marcaban precedente en las diferentes legislaciones que fueron revisadas de los países latinoamericanos seleccionados.

## 2. Revisión legislativa

Durante el desarrollo de este trabajo de revisión se estará describiendo cada una de las categorías que fueron seleccionadas como variables importantes para lograr un entendimiento común de la adopción a nivel legislativo de cada país sobre la admisibilidad de la evidencia digital como material probatorio y temas relacionados. Ver Tabla 1.

Tabla 7

Categoría	Países Latinoamericanos			
	México	Chile	Colombia	Argentina
1. Tipificación de delitos informáticos	SI	SI	SI	SI
2. Medios probatorios en código civil y/o código penal	SI	SI	SI	SI
3. Descripción de peritos informáticos	SI	SI	SI	SI
4. Normatividad nacional sobre acreditación de laboratorios.	SI	NO	SI	SI
5. Normatividad nacional sobre conservación de mensajes de datos y/o Cadena de Custodia.	SI	NO	SI	SI
6. Normatividad nacional sobre metodología de informática forense	SI	NO	NO	SI
7. Integración al convenio de BUDAPEST	NO	SI	NO	SI

La primera categoría está relacionada con la tipificación de los delitos informáticos, cada país ha establecido medios legislativos para juzgar delitos cometidos con medios digitales o en medios digitales. En esta revisión se identificó que todos los países cuentan con legislación ya sea a nivel Federal o Estatal y en materia civil o penal.

En el caso de México, el Código Penal Federal [5] considera varios delitos, como la pornografía en menores o personas sin



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

capacidad de defenderse, la revelación de secretos y el acceso ilícito a sistemas y equipos informáticos. Aunque no se encuentran establecidos otros delitos relacionados con la informática, la legislación mexicana tiene tipificados delitos dentro del Código Penal Federal, delitos que ya son castigados y juzgados que en terminología cibernética son homólogos, como por ejemplo, el Espionaje que citado en el Art. 127 al 129 se puede tratar como ciberdelitos, ya sea virus informáticos, ingeniería social como las intervenciones de las comunicaciones.

Al igual, la reproducción no autorizada de programas informáticos o piratería se encuentra regulada en la Ley Federal del Derecho de Autor.

Chile, es uno de los países que tipifica figuras penales relativas a la informática. La **Ley de Delitos Informáticos 19.223**. Los delitos tipificados se consideran como un bien jurídico la calidad, la pureza e idoneidad de la información que está contenida en cualquier sistema automatizado de tratamiento de la información. Además, no solo se protege el bien mencionado anteriormente sino que también los siguientes: El patrimonio, en el caso de los fraudes informáticos, La privacidad, intimidad y confidencialidad de los datos, en el caso de espionaje informático, La seguridad y fiabilidad del tráfico jurídico y probatorio, en el caso de falsificaciones de datos probatorios mediante algún sistema o medio informático y El derecho de propiedad sobre la información y sobre los elementos físicos y materiales de un sistema de información, en el caso de los delitos de daños. [8]

En la Legislación Colombiana se encuentra La **Ley 1273 de 2009** por medio de la cual se modifica el Código Penal, y se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado “de la protección de la información y de los datos”- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones. Esta ley contiene Capítulo I: De los atentados contra la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos y de los sistemas informáticos. Capítulo II: De los atentados informáticos y otras infracciones. [10]

Argentina, tiene establecida la **Ley de Delitos Informáticos Ley 388**, la cual modifica, sustituye e incorpora figuras típicas a diversos artículos actualmente en vigencia, con el objeto de regular las nuevas tecnologías como medios de comisión de delitos previstos en el **Código Penal**. Principalmente incluye temas como: Distribución y tenencia con fines de distribución de pornografía infantil, Violación de correos electrónicos, Acceso ilegítimo a sistemas informáticos, Daño informático y distribución de códigos maliciosos e Interrupción de comunicaciones o DoS. [1].

Igual tiene la **Ley de Grooming (Ley 26.904)**, esta ley sancionada en noviembre de 2013 a quien contacte por cualquier medio electrónico a menores, con el propósito de cometer cualquier delito contra la integridad sexual de la misma. ”. [2]

La **segunda categoría** está relacionada con la aceptación de los medios probatorios y su pena por falsear en el código civil o en el código penal de cada país, partiendo desde la aceptación de las pruebas hasta especificar la admisibilidad de los medios digitales como evidencia digital.

En la Figura 1 se concentra la admisibilidad en México, considerando el Código Civil Federal, el Código Federal de Procedimientos Civiles y el Código de Comercio, los cuales establecen el reconocimiento de la celebración de actos jurídicos a través de medios electrónicos, reconocen como prueba la información contenida en medios electrónicos siempre y cuando cumplan con las características establecidas. [3] [4] [5]

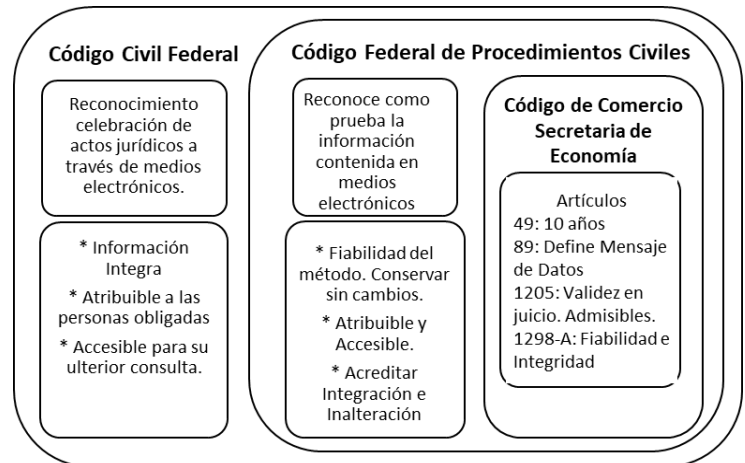


Figura 1-Admisibilidad en México

En la Figura 2, Chile al igual que México, considera la admisibilidad de las pruebas y en este caso, los medios digitales (audios, imágenes, videos, telecomunicaciones, mensajes de datos) a través de los Códigos Civil Federal, Código de Procedimiento Civil y Código Penal. En particular, el Código Penal tiene establecido la pena por falsedad de pruebas y testimonios. [6] [7] [8]

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

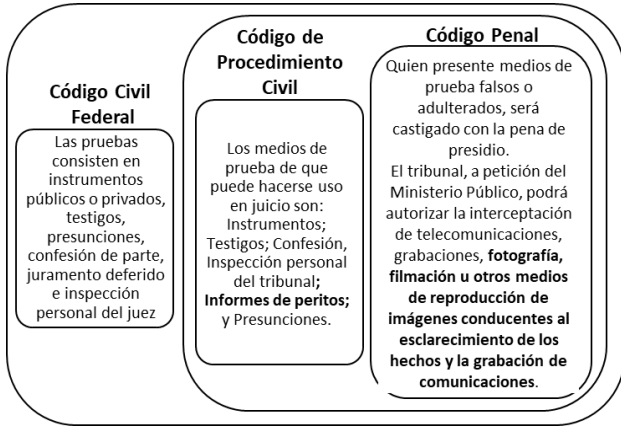


Figura 2-Admisibilidad en Chile

Colombia, al igual que México y Chile, reconoce los mensajes de datos como medios de prueba, siempre y cuando cumpla con los requerimientos exigidos, que coincidan con México, donde se mantenga la integridad desde el momento de su captura, que sea confiable el método de análisis, que sea pertinente con el caso que se esté llevando a cabo, que sea suficiente y se pueda demostrar la legalidad de la muestra, quiere decir, que haya sido adquirida sin incurrir en otros delitos. La figura 3, muestra la legislación que Colombia tiene establecida partiendo desde la Constitución Política, los Códigos Civiles y Penales y en específico, la Ley de Comercio Electrónico, la cual es referenciada en varias ocasiones en el Código Penal. [9] [10] [11] [12]

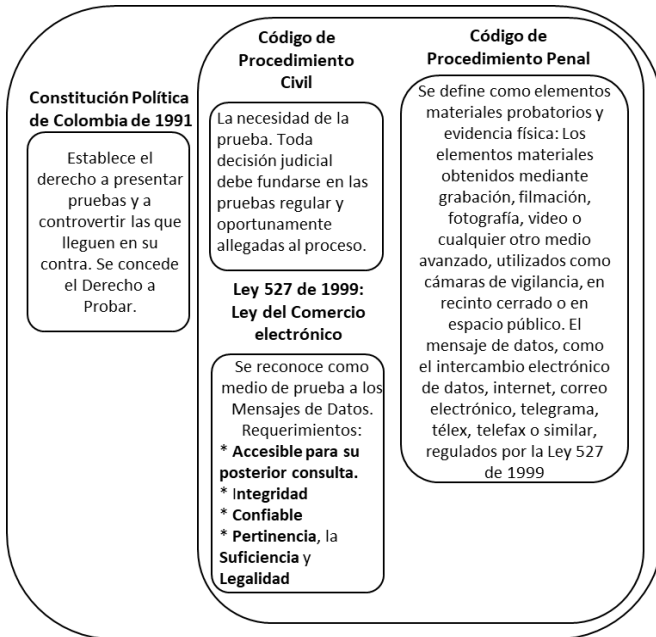


Figura 3-Admisibilidad en Colombia

Argentina, no es la excepción en la admisibilidad de las pruebas, están amparadas desde el Código Penal de la Nación, el Código Procesal Penal y el Protocolo General de Actuación para las Fuerzas Policiales, este último, más específico en procesos de investigación en ciberdelitos.

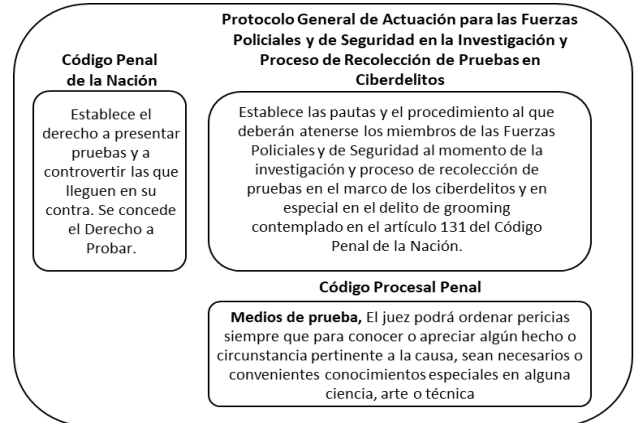


Figura 4- Admisibilidad en Argentina

La **tercera categoría** es un tema específico y por ende su aceptación a nivel legal aún está muy limitada, a pesar de eso, las legislaciones amparan el reconocimiento de los peritos como personal experto en una materia, y en algunos casos deben presentarse ante los estrados para comparecer sobre el análisis que hayan realizado. En la Figura 5, se muestra la revisión donde se describe algunas de las legislaciones en materia de los peritos informáticos y su aceptación en los juicios orales como medio probatorio. [13] [17] [11] [14]

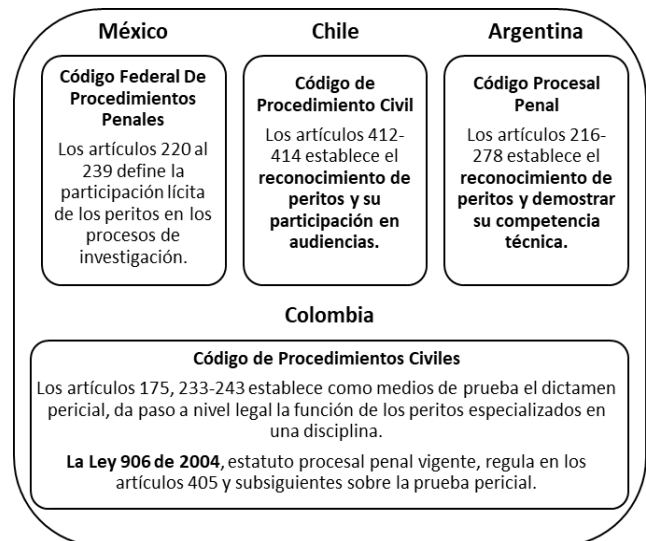


Figura 5-Aceptación Peritos

La **cuarta categoría** está enfocada a la normatividad nacional ya establecida para la acreditación de laboratorios de análisis

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

forense, normatividad que está alineada a las buenas prácticas internacionales y que en algunos países ya se encuentran nacionalizadas, como es el caso de México y Colombia.

La Norma Mexicana **NMX-EC-17025-IMNC** ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Gestión de la Calidad y Evaluación de la Conformidad (IMNC/CTNN), en el Grupo de Trabajo de Evaluación de la Conformidad (IMNC/CTNN/GT EC).

La NMX-EC-17025-IMNC/ISO/IEC 17025 tiene definido los criterios de aplicación de la norma para laboratorios en ciencia forense, con el objetivo de aclarar la interpretación de los requisitos de gestión y técnicos que se han detectado como críticos para laboratorios de ciencia forense. Una de las disciplinas que evalúa es la disciplina de Evidencia Digital, en la que se contempla los tipos de ensayos en Audio, Imágenes y Video. [15]

Al igual en Colombia se estableció La Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025, la cual contiene los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de Ensayo y Calibración.

Ambas normas son una adopción idéntica (IDT) por traducción de la norma ISO/IEC 17025:2005.

Argentina tiene establecido la **Guía Integral De Empleo De La Informática Forense En El Proceso Penal**, en este instrumento se presentan los aspectos básicos a considerar en las labores de búsqueda, obtención, preservación, examen pericial y presentación de evidencias digitales en el proceso penal, a fin de garantizar la validez y eficacia probatoria de dichas actividades [16].

Chile, como país seleccionado para esta revisión, no cuenta con información hasta la fecha publicada con relación a esta categoría.

**La quinta categoría** está enfocada a la normatividad nacional sobre la conservación de mensajes de datos y/ manejo de cadena de custodia, estos temas son cada vez más específicos y por ende son menos los países que los tienen establecidos. En el caso de México, el **Código Nacional de Procedimientos Penales** en el Título III se describe la Etapa de Investigación, donde el capítulo III menciona las Técnicas de Investigación, las cuales establece La cadena de Custodia, los Responsables de la Cadena de Custodia, el Aseguramiento de Bienes, Instrumentos, Objetos o Productos del Delito, Reglas sobre el aseguramiento de bienes, entre otros. Estos se describen desde el Artículo 227 hasta el 252. [17]

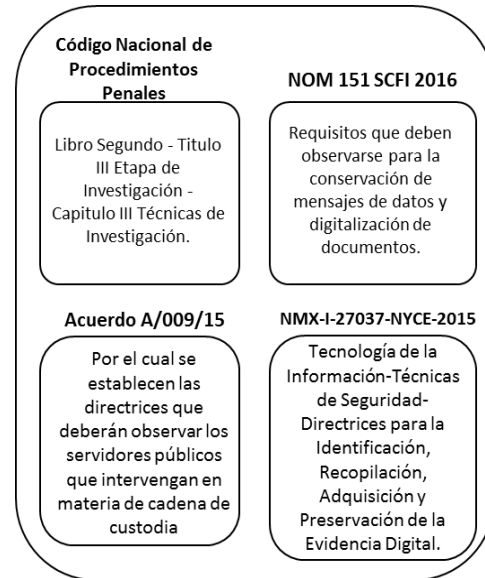


Figura 6-Conservación de mensajes-Cadena de Custodia-México

México, publica la actualización el 9 de enero del 2017 de la **NOM-151- SCFI-2016** Requisitos que deben observarse para la conservación de mensajes de datos, la cual establece dos métodos; uno para la conservación de mensajes de datos, con fundamento en lo dispuesto por el art. 49 del Código de Comercio y otro para digitalizar archivos soportados en medio físico. [18]

El **Acuerdo A/009/15** establece las directrices que deberán observar los servidores públicos que intervengan en materia de cadena de custodia.

**NMX-I-27037-NYCE-2015 Tecnología de la Información-Técnicas de Seguridad-Directrices para la Identificación, Recopilación, Adquisición y Preservación de la Evidencia Digital.**

Establece las directrices para actividades específicas en el manejo de evidencia digital, que son identificación, recopilación, adquisición y preservación de la evidencia digital que pueda contener un valor como evidencia. Esta Norma Mexicana proporciona orientación a las personas, con respecto a las situaciones comunes encontradas a lo largo de los procesos de manejo de la evidencia digital y asiste a las organizaciones en sus procedimientos disciplinarios y facilita el intercambio de evidencia digital potencial entre jurisdicciones.

Colombia al igual que México cuenta con un **Manual De Procedimientos Para Cadena De Custodia**, este manual contempla las normas, el proceso y los procedimientos del sistema de cadena de custodia que permitirán alcanzar niveles de efectividad para asegurar las características originales de los elementos materia de prueba o evidencias físicas desde su recolección hasta su disposición final, dentro de una dinámica constante de mejoramiento y modernización, con el fin único de

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

satisfacer las necesidades y expectativas de la administración de justicia para lograr una pronta y cumplida justicia. [19].

El **Manual Único de Policía Judicial** establece en el numeral 3.7.4. Recuperación de información dejada al navegar por internet u otros medios tecnológicos que produzcan efectos equivalentes artículo 236 C.P.P. [20]

En Argentina se estableció la **Guía Integral De Empleo De La Informática Forense En El Proceso Penal** en este instrumento se presentan los aspectos básicos a considerar en las labores de búsqueda, obtención, preservación, examen pericial y presentación de evidencias digitales en el proceso penal, a fin de garantizar la validez y eficacia probatoria de dichas actividades.

[16]

Chile aún no tiene establecido ningún instrumento o normatividad específica que establezca los parámetros para el manejo de la cadena de custodia y la conservación de los datos.

**La sexta categoría** está enfocada a la normatividad nacional que deben emplear en los procesos de investigación considerando metodologías de informática forense especificando el dato y las guías de ejecución.

En esta categoría solo se encontró información para México y Argentina. En el caso de México tiene **NMX-I-289-NYCE-2016 Metodología de Análisis Forense de Datos y Guías de Ejecución**. Esta Norma Mexicana establece una metodología para la realización y evaluación de las actividades del cómputo forense en equipos de cómputo incluyendo de forma enunciativa mas no limitativa a todo aquel equipo que procese, almacene y/o transmita información y homogeniza los criterios y actividades relacionadas al proceso forense y análisis de evidencia digital que se desarrolla en nuestro País.

Argentina hace referencia a la **Guía Integral De Empleo De La Informática Forense En El Proceso Penal**, la cual fue vista en la categoría anterior. Este instrumento considera también todos los parámetros de la metodología del análisis forense.

**La séptima y última categoría** está enfocada a la participación que tienen los países en el Convenio sobre la Ciberdelincuencia Budapest, el cual está conformado por los Estados miembros del Consejo de Europa y los demás Estados signatarios (países invitados), tienen como objetivo lograr una unión más estrecha entre sus miembros, reconociendo el interés de intensificar la cooperación con los miembros, convencidos de la necesidad de aplicar, con carácter prioritario, una política penal común con objeto de proteger a la sociedad frente a la Ciberdelincuencia, en particular mediante la adopción de una legislación adecuada y la mejora de la cooperación internacional. (Organización de Estados Americanos, s.f.)

La invitación a integrarse fue hecha a algunos países latinoamericanos, en el caso de los países que han sido estudio

en este trabajo, solo México no se ha adherido, aunque ya se llevan varios años estudiando la posibilidad de integrarse.



Figura 7-Budapest

## RESULTADOS

Derivado de la categorización y revisión de la legislación en materia de admisibilidad de la evidencia digital en Latinoamérica, y considerando 4 países referentes como lo son Argentina, Chile, Colombia y México; se obtuvieron los siguientes resultados:

- Chile a pesar de adherirse al convenio de BUDAPEST solo cumple 4 aspectos de 7, sigue Colombia con 5 aspectos, México con 6 aspectos, por ultimo Argentina que adicional a cumplir con todos los aspectos anteriores, cuenta con documentos y leyes integrales impulsados por el estado que permitirán homologación y armonización para mayor beneficio de la sociedad sobre la persecución de los delitos informáticos.

Considerando el ámbito de atención en México, en el año 2017 en el mes de noviembre se publicó La Estrategia Nacional de Ciberseguridad después de más de 4 años de intentos por parte del gobierno Federal, impulsado por el ciberretorno internacional y el compromiso por integrarse al convenio de BUDAPEST genero más que una necesidad, una obligación.

Dentro de uno de sus 8 ejes transversales se encuentra el *Desarrollo de Capacidades* donde establece:

*El desarrollo de capacidades ayudará al cumplimiento de los 5 objetivos estratégicos mediante el desarrollo de políticas públicas, estrategias, programas, proyectos, acciones e iniciativas que:*

- *Incentiven el desarrollo de capital humano mediante la formación de:*

*IV. Profesionales de la investigación y persecución de los delitos que se cometen a través de las TIC, así como de la procuración e impartición de justicia.*

Así mismo en su eje *Marco Jurídico y Autorregulación*:

*Las acciones orientadas a la adecuación del marco jurídico nacional y el desarrollo de mecanismos de autorregulación en la era digital son vitales para el desarrollo de la digitalización en el mundo y clave para la prevención de riesgos y amenazas,*



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

*la investigación y sanción de los delincuentes en la era digital; aunado a que es clave para fortalecer la confianza entre sociedad, sector privado e instituciones públicas.*

Para el cumplimiento del objetivo estratégico

- *La certeza jurídica para que las instituciones públicas y privadas puedan desarrollar sus tareas en un entorno de cooperación, donde las instancias de procuración de justicia que incrementen su eficacia en la investigación, prevención, persecución y en la sanción a las personas ciberdelincuentes.* [22]

Dando desahogo a los temas anteriores dentro de la agenda nacional, México se encontrará en la posibilidad de adherirse de manera responsable al Convenio de BUDAPEST y al habilitar la práctica planteada en este artículo estará a la vanguardia en materia de laboratorios forense.

## CONCLUSIONES

La revisión legislativa que se llevó a cabo, permitió identificar las fortalezas que cada país tiene como también sus oportunidades de mejora. Los 4 países han tenido avances y esfuerzos a pesar de ser temas tan nuevos para la sociedad, sin embargo, se requiere continuar trabajando para lograr un acoplamiento no solo en el ámbito legislativo, sino que también en el académico, social, privado y gubernamental.

Es de reconocer el avance que ha tenido Argentina, con la generación del instrumento **Guía Integral De Empleo De La Informática Forense En El Proceso Penal**, ya que dicho documento fue un producto del trabajo en conjunto del Estado y La Academia, en pro de agrupar términos, legislación, protocolos y normativas relacionadas con la Informática forense, considerando tipificación de ciberdelitos, actores y laboratorios.

En el caso de México, se convierte en uno de los pocos países en el mundo que tiene implementado una Estrategia Nacional en Ciberseguridad y esto da pie para que a través de este esfuerzo se pueda trabajar en el desarrollo de un Plan Nacional de Informática Forense para asegurar la alineación de todos estos aspectos y lograr una homologación.

Con el desarrollo de este plan no solo se logrará la homologación sino que se trabajarían en conjunto con el Estado como mayor impulsor, con la Academia con su aporte en la investigación y con los ámbitos privados, de esta forma se estaría asegurando un cubrimiento en la sociedad.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es llevado a cabo gracias a los conocimientos adquiridos en el Instituto Politécnico Nacional y al apoyo económico por medio de la beca otorgada por el CONACYT.

## REFERENCIAS

- [1] C. PENAL, Ley de Delitos Informáticos Ley 388, Buenos Aires, 24 de junio de 2008.
- [2] C. Penal, Ley 26.904, Buenos Aires, Diciembre 4 de 2013.
- [3] Código Civil Federal, Ciudad de México, 28 de enero 2010.
- [4] Código del Comercio, México, D.F., Enero 1890.
- [5] C. d. I. E. U. Mexicanos, CÓDIGO FEDERAL DE PROCEDIMIENTOS CIVILES, Ciudad de México, 2012.
- [6] Código Civil Federal, Santiago de Chile, 16 de mayo de 2000.
- [7] Código de Procedimiento Civil, Santiago de Chile, 1 de marzo de 2018.
- [8] Código Penal, Santiago de Chile, 27 de enero de 2018.
- [9] Constitución Política de Colombia de 1991, Bogota : Gaceta Constitucional número 114 del jueves 4 de julio de 1991, 1991.
- [10] C. D. COLOMBIA, Ley 527 de 1999, Bogota , 1999.
- [11] C. d. P. Civil, Código de Procedimiento Civil, Bogota , 1971.
- [12] R. D. C. C. D. L. REPÚBLICA., Código de Procedimientos Penal. (Corregida de conformidad con el Decreto 2770 de 2004), Bogotá D.C.: Diario Oficial. no. 45658., 2004.
- [13] CÓDIGO FEDERAL DE PROCEDIMIENTOS PENALES, Ciudad de México, 12 enero de 2016.
- [14] E. S. y. C. d. D. d. I. N. A. r. e. Congreso, CODIGO PROCESAL PENAL Ley N° 23.984, Buenos Aires, 4 septiembre de 1991.
- [15] I. M. d. N. y. C. A.C., *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*, 2006.
- [16] L. d. I. y. Desarrollo, Guía Integral de Empleo de la Informática Forense en el Proceso Penal, Buenos Aires, Abril 2016.
- [17] C. G. D. L. E. U. MEXICANOS, Código Nacional de Procedimientos Penales, Ciudad de México, 5 de marzo 2014.
- [18] «Norma Oficial Mexicana NOM-151-SCFI-2016,» 9 ENERO 2017. [En línea]. Available: <http://dof.gob.mx/normasOficiales.php?codp=6499&view=si#>.
- [19] F. G. d. I. Nación, «Manual de Procedimientos para Cadena de Custodia,» julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/2012/01/manualcadena2.pdf>.



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [20] C. N. d. P. Judicial, Manual Único de Policía Judicial, Bogota D.C. , 13 de mayo de 2005. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.» Diario Oficial 47.223 de enero 5 de 2009, 5 enero 2009. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34492>. [Último acceso: 2 mayo 2018].
- [21] «Organización de Estados Americanos,» [En línea]. Available: [https://www.oas.org/juridico/english/cyb\\_pry\\_convenio.pdf](https://www.oas.org/juridico/english/cyb_pry_convenio.pdf). [Último acceso: 12 mayo 2018].
- [22] G. d. México, Estrategia Nacional de Ciberseguridad, Ciudad de México, 13 de noviembre de 2017.
- [23] I. N. d. E. y. Geografía, «Encuesta nacional sobre la disponibilidad y uso de las tecnologías de la información en los hogares 2017,» *COMUNICADO DE PRENSA NÚM. 105/18*, 28 febrero 2018.
- [24] R. Orta, «Criminalística,» 01 05 2012. [En línea]. Available: [http://www.criminalistica.net/forense/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1450:manual-unico-de-procedimientos-en-materia-de-cadena-de-custodia-informatica-forense-venezuela&catid=32&Itemid=124](http://www.criminalistica.net/forense/index.php?option=com_content&view=article&id=1450:manual-unico-de-procedimientos-en-materia-de-cadena-de-custodia-informatica-forense-venezuela&catid=32&Itemid=124). [Último acceso: 23 06 2015].
- [25] J. J. C. M., Computación Forense Descubriendo los Rastros Informáticos, Mexico: Alfaomega Grupo Editor, 2009.
- [26] J. J. C. M., «"Estado del arte del peritaje informático en Latinoamérica",» 26 Julio 2008. [En línea]. Available: [www.alfa-redi.org](http://www.alfa-redi.org).
- [27] L. Federal, Código Penal Federal Artículo 7, Mexico: Secretaría de Gobernación, 1999.
- [28] M. J. C. Ardita, «CYBSEC.com,» 11 07 2007. [En línea]. Available: [http://www.cybsec.com/upload/ADACSI\\_Ardita\\_Analisis\\_Forense\\_Informaticov2.pdf](http://www.cybsec.com/upload/ADACSI_Ardita_Analisis_Forense_Informaticov2.pdf).
- [29] H. SAI, Guidelines for the Management of IT Evidence HB:171 2003, Sydney, Australia: Standards Australia International Ltd., 2003.
- [30] M. d. Justicia, «Biblioteca del Congreso Nacional,» Delitos Informáticos; Sistemas de Información; Ley no. 19.223, 7 Junio 1993. [En línea]. Available: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30590>. [Último acceso: 15 Marzo 2018].
- [31] C. d. Colombia, «Secretaría Jurídica Distrital de la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Agricultura de Precisión y Drones: Control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz

Luis Armando Gaona Páez  
Estudiante Ingeniería de Sistemas  
Grupo de investigación GRUCITE  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña.  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
lagaonap@ufpso.edu.co

María José Plata Jácome  
Estudiante Ingeniería de Sistemas  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña.  
Ocaña, Norte de Santander  
Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
mjplataj@ufpso.edu.co

Andrés Mauricio Puentes V.  
Magister en Ingeniería de Sistemas  
y Computación.  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña.  
Cúcuta, Colombia.  
Teléfono: (7) 5690088 Ext: 182  
ampuentesv@ufpso.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este artículo, se describe la manera como se ha realizado el desarrollo de un sistema de fertilización automatizado para el control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz amarillo, donde apoyados por los datos captados por el dron, se crearon mapas de deficiencia nutricional que son utilizados por los agricultores para ubicar los sectores que han sido afectadas por la falta de nutrientes dentro del cultivo. Cuando dichos sectores son ubicados, se realiza el montaje del área de bombeo cerca de la zona afectada. El sistema proporciona nutrientes a las plantas y el controlador de Arduino con los sensores gestiona el programa de fertilización, además el agricultor tiene la posibilidad de controlar el sistema a través de una aplicación móvil.

Actualmente la aplicación móvil del Sistema de Fertilización, permite activar y desactivar la fertilización en la zona indicada por el agricultor, ayudado con los mapas de deficiencia nutricional que se han creado, para la construcción de estos mapas se utilizó un DRON Phantom 3 Advanced, y el servicio drone deploy para el procesamiento de las imágenes. Estos mapas se integran a la aplicación, donde proporciona información que le ayuda al agricultor en la toma de decisiones.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### ABSTRACT

In this paper, the way in which the development of an automated fertilization system for the control of nutritional deficiencies in yellow corn crops has been described, where those supported by the data collected by the drone, created the nutritional deficiency maps that are used by farmers to locate the sectors that have been affected by the lack of nutrients within the crop. When the users are engaged, the assembly of the pumping area is made near the affected area. The system provides nutrients to the plants and the Arduino controller with the sensors manages the fertilization program, besides the farmer has the possibility of controlling the system through a mobile application. Currently the mobile application of the Fertilization System allows to activate and deactivate the fertilization in the area indicated for the farmer, it is used with the deficiency maps of health that have been created, for the construction of these maps a DRON Phantom 3 is used Advanced, and the deploy drone service for the processing of images. These maps are integrated into the application, where information that helps the farmer in making decisions is provided.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Hardware:** Operations scheduling, sensor applications and deployments, sensors and actuator.

**Hardware:** Programación de operaciones, Aplicaciones e implementaciones de sensores, sensores y actuadores.

### Términos Generales

Tecnologías Emergentes en la cultura digital, Ciudades Inteligentes, Agricultura de Precisión.

### Palabras clave

Sistema de fertilización, Agricultura de precisión, Teledetección Aérea Agrícola, Drones, Deficiencias Nutricionales.

### Keywords

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Automated fertilization system, Precision Agriculture, Agricultural Aerial Remote Sensing, Drone, Nutritional Deficiencies.

### INTRODUCCIÓN

Los vehículos aéreos no tripulados, conocidos por las siglas UAS (Unmanned Aircraft Systems) o RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), han existido desde hace décadas incluso previo a las demostraciones de vuelo por los hermanos Wright, con estos antecedentes prácticamente se podría decir que estos sistemas han sido parte de la historia de la aviación, con la diferencia de que en esta última década su desarrollo ha sido potencial gracias a la incorporación de los avances tecnológicos para aplicarlos en otras áreas [1]. Estas aeronaves pasaron de lo militar al ámbito civil, donde son utilizados principalmente para propósitos investigativos y recreativos, entre las áreas que se destacan tenemos: operaciones de búsqueda y rescate, ingeniería, fotografía, video, cartografía aérea, prevención y control de incendios, geología, movilidad, tráfico, medio ambiente y la agricultura [2]. El empleo de vehículos aéreos no tripulados, cada vez se extiende con mayor rapidez en áreas diferentes a la militar, contribuyendo en la solución de problemas cotidianos. En el año 2013, La Asociación Internacional de Sistemas de Vehículos No Tripulados (AUVSI), realizó un estudio con el fin de conocer el “Impacto Económico de la integración aeroespacial no tripulado en la economía de los EE. UU” y los múltiples usos de los UAS/RPAS en el ámbito civil, destaca que los mercados civiles más prometedores son la agricultura de precisión y la seguridad pública, representando entre los dos el 90% de los mercados potenciales conocidos para los UAS/RPAS [3]. También se pronostica que la aplicación de drones en la agricultura de precisión generará \$ 82.1 mil millones de dólares para 2025 y se necesitarán aproximadamente 100,000 pilotos para realizar estas labores [4]. Según Fountas et al. (2004), la agricultura de precisión se define como el “manejo de la variabilidad espacial y temporal a nivel de subparcela de campo, para mejorar el retorno económico y reducir el impacto ambiental” de esta manera la agricultura de precisión contribuye en la toma de decisiones y el mejoramiento de los procesos que son realizados en el campo. [5]. Para caracterizar esta variabilidad se utilizan herramientas tecnológicas como los Sistemas de Posicionamiento Global, conocidos popularmente como GPS, sensores planta-clima-suelo e imágenes multiespectrales obtenidas a partir de satélites, aviones o UAS/RPA [3]. Gracias a ellos, puede detectar una plaga a tiempo, saber si hay fugas en los regadíos, realizar índice de biomasa de los pastos o el nivel de estrés hídrico en los frutales, para programar el momento de recolección. Asimismo, se puede realizar control de malas hierbas y deficiencias nutricionales en cultivos como el de maíz [6].

La agricultura es una de las actividades económicas más desempeñadas en la provincia de Ocaña, Norte de Santander – Colombia, su economía se fundamenta en esta actividad, la cual se puede considerar que es una de las mayores productoras

agrícolas del país [7]. De acuerdo a la ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA ENA-2016 realizada por el DANE y publicada el 4 de Agosto de 2017 en Colombia, el área de uso agrícola para los cereales entre los que se destaca el maíz equivale a 1.014.095 hectáreas sembradas en todo Colombia, de las cuales 306.402 corresponden al maíz amarillo, y el área de la cual se obtuvo producción fueron 264.400 es decir que de 42002 hectáreas no se obtuvo producción debido a cultivos infectados en un 90% por deficiencias nutricionales y plagas [8].

Por tal motivo, se considera importante la implementación de esta tecnología en áreas agrícolas, porque establece una buena relación de costo-beneficio, ya que permite optimizar el uso de fertilizantes con el fin de aumentar la calidad de la cosecha y por ende las ganancias de la producción agrícola.

El presente artículo da a conocer la manera como se logra construir un sistema de fertilización automatizado para llevar el control de deficiencias nutricionales en cultivos, específicamente de maíz, obteniendo como resultados el cumplimiento de objetivos planteados, con el uso de buenas prácticas y la utilización de técnicas de investigación. Se espera que el desarrollo del artículo sea de ayuda para otros investigadores que trabajan en esta área, y de la misma manera dar a conocer el trabajo realizado por investigadores de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.

### OBJETIVOS

El Objetivo general para lograr la realización del proyecto antes tratado, consiste en desarrollar un sistema de fertilización automatizado para el control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz en la Provincia de Ocaña, Norte de Santander - Colombia. Es necesario especificar las pautas que permiten el cumplimiento adecuado del objetivo principal, los cuales se mencionan a continuación:

- Recolectar la información necesaria en el ámbito de la agricultura, para conocer los diferentes procesos que se llevan a cabo en la fertilización de cultivos de maíz amarillo.
- Seleccionar los elementos de hardware a utilizar para el sistema de fertilización automatizado.
- Construir los mapas de deficiencias nutricionales utilizando drones.
- Realizar la aplicación móvil y programar cada uno de los elementos que requiere el sistema de fertilización automatizado, para el control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz amarillo.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología que se ha utilizado en el proyecto es cuantitativa experimental, ya que es importante obtener datos estadísticos y mediciones específicas sobre el objeto de estudio. Para la obtención de los buenos resultados se realizan varias pruebas en el momento de construir los mapas de deficiencia nutricional con el algoritmo NDVI, que permite “estimar la cantidad, calidad y desarrollo del cultivo de maíz con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja” [9]. Así mismo se han realizado pruebas al circuito del sistema de

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

fertilización, verificando que cada uno de los componentes cumpla de manera eficiente su rol dentro del sistema. En cuanto a la aplicación móvil se han realizado una serie de pruebas para que la APP permita visualizar dichos mapas de deficiencia nutricional, así como activar y desactivar el sistema de fertilización.

### *Población y Muestra*

La población se ha centralizado en los agricultores de la Provincia de Ocaña, Norte de Santander – Colombia, siendo estos los impulsores del progreso del campo, ya que se encuentran en grado de vulnerabilidad económica. La muestra son aquellos agricultores dedicados a la producción de maíz, en el cual se ha realizado como primera instancia la observación directa en el municipio de Ábrego, Norte de Santander, que hace parte de la Provincia de Ocaña – Colombia. Se ha utilizado un tipo de muestra aleatoria, ya que cada miembro tiene igualdad de oportunidades de ser seleccionado.

Para extraer la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N-1)d^2 + z^2pq} [10].$$

Agricultores mayores productores de maíz: 8

Donde N: Tamaño de la población.

Z= Nivel de confianza para un 95%

Pq= Varianza de la población, donde se asume la mayor posible, entre p=0.5 y q=0,5.

D= Será nuestro error muestral o de estimación que en este caso será D=0.005

Remplazando estos valores en la formula tenemos una muestra de N= 7,5 Agricultores.

### *Técnicas y recolección de la Información*

Entre las técnicas de recolección de información se hace uso de la observación directa, la entrevista y los experimentos realizados en el cultivo para captar datos desde el dron.

- Observación Directa

Se observa el comportamiento de los agricultores y las tareas que realizan para llevar a cabo la fertilización en el cultivo de maíz, de la misma manera los elementos que implementan para dicha actividad.

- Entrevista

Se realiza una entrevista de tipo dirigida al Agricultor con el fin de conocer de manera detallada el problema de investigación, esta validación permite conocer que tan automatizado es el proceso de fertilización, cada cuanto lo realiza, que fertilizantes aplica, y los elementos tecnológicos empleados en el proceso.

- Experimentos

Se han realizado experimentos en los cultivos de maíz para obtener datos sobre la salud de las plantas, estos datos se convierten en mapas de deficiencias nutricionales. El proceso de obtención de los datos captados por el dron se realiza de la siguiente manera:

1. Se realiza un vuelo sobre el cultivo y se obtienen las fotografías con el dron que permitirán la construcción del mapa con las deficiencias nutricionales.
2. Se procesan dichas imágenes con el software de agricultura de precisión llamado DRONE DEPLOY.

3. Se genera el mapa con las zonas afectadas por la deficiencia nutricional que contribuye en la toma de decisiones.

## RESULTADOS

Para el desarrollo del sistema de fertilización automatizado para el control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz, lo primordial fue cumplir con cada uno de los objetivos planteados y mencionados anteriormente, los resultados serán expuestos de acuerdo a dichos objetivos como lo son:

1. Al momento de recolectar la información se utilizó el instrumento de observación directa y entrevista dirigida lo que permite conocer los diferentes procesos que se llevan a cabo en la fertilización de cultivos de maíz amarillo y se encontró que:

De manera tradicional, los agricultores realizan la identificación visual de las deficiencias nutricionales en sus cultivos, esto les permite empíricamente evaluar el estado de las plantas, lo que implica que el agricultor debe recorrer todo el terreno y con su experiencia determinar las deficiencias que afectan a su cultivo, por lo que se invierte tiempo y la identificación no es del todo precisa.

En las primeras 4 semanas, cuando ocurre el cierre de las hileras de plantación y la florescencia, el requerimiento de nutrientes de la planta de maíz asciende a 70-80 Kg por hectárea, esto es necesario para una buena formación de las mazorcas [7]. El 45% de los gastos que tiene un agricultor durante su cosecha se debe a la aplicación de fertilizantes. Por lo que se invierten elevadas cantidades de dinero controlando estas deficiencias, es decir, aplicando fertilizantes a todo el cultivo, omitiendo que la deficiencia nutricional no ocurre de manera uniforme, sino que varía entre las plantas. Esto aumenta los costos de producción, disminuye las ganancias y los cultivos son menos orgánicos.

Además, estos agricultores no utilizan sistemas que les ayuden a controlar la aplicación excesiva de fertilizantes en sus cultivos, los métodos utilizados son convencionales, lo cual hace que el problema sea frecuente; por tal motivo surge la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Cómo optimizar el uso de fertilizantes en cultivos de maíz, mediante el desarrollo de un sistema de fertilización automatizado que utilice los datos captados por los drones sobre deficiencia nutricional en cultivos de maíz? [7].

2. Se realizó una revisión del estado del arte sobre los componentes más eficientes y de la misma manera, los que han sido utilizados en soluciones diferentes con el fin de seleccionar los elementos de hardware a utilizar.

Puede decirse que, entre mayor sea la variabilidad, la aplicación de los principios de la agricultura de precisión complementada con el uso de RPAS, resulta más justificable tanto desde el punto de vista técnico como del económico. Leiva et. al. (1997) se encontró en un estudio de caso, en 19 fincas en Inglaterra, que el beneficio económico de la utilización de la agricultura de precisión en la aplicación de agroquímicos es una función de los ahorros en insumos (fertilizantes y plaguicidas) y de los aumentos en rendimientos del cultivo como resultado de mejores y más precisas aplicaciones de estos insumos. La más alta rentabilidad se encontró en la finca de mayor tamaño, indicando

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

economías de escala en el uso de la tecnología agricultura de precisión [11].

En el Diseño e implementación de un sistema automatizado para invernadero hidropónico. Mariquita, Colombia [12]. En la implementación del sistema se utilizaron elementos de hardware libre, ya que son accesible a cualquier público, cabe resaltar que el dicho sistema no utiliza agricultura de precisión.

En la Universidad de Nariño - Colombia, dentro de estas investigaciones se pueden mencionar el: Diseño e implementación de una red de sensores inalámbricos para el control de riegos por goteo; en esta experiencia se realiza el control de humedad volumétrica en un cultivo de fresas haciendo uso de tecnología Xbee Pro serie 2 para la comunicación inalámbrica de los datos, el sensor 10HS para medición de la humedad volumétrica del suelo, además hicieron uso de un esquema de control de histéresis [13]. La importancia de este sistema radica en su red de sensores y la comunicación inalámbrica, pero no aplican drones en la obtención de datos de sus procesos.

En un proyecto europeo de investigación llamado RHEA (acrónimo en inglés de “robots para una agricultura más eficiente”) se ha desarrollado una flota de máquinas robotizadas constituida por tres tractores autónomos y dos drone. La idea principal es que dicha flota de máquinas autónomas coopere para localizar y eliminar las malas hierbas de una parcela de forma automática, sólo bajo la supervisión de un ordenador central y un operario. La tarea específica de los drones se focaliza en el principio de la misión, ya que están encargados de sobrevolar la parcela objeto de estudio, tomando fotografías aéreas de alta resolución de toda la parcela. Las imágenes se envían inalámbricamente al ordenador central y se analizan, para localizar las malas hierbas y generar con esta información un plan de erradicación para que los tractores robotizados salgan al campo a tratar diferencialmente (pulverizando herbicida, o por métodos físicos) sólo allí donde hay infestación [14].

De esta manera y revisando soluciones diferentes, se optó por utilizar componentes de hardware que fuesen asequibles y de bajo costo para el desarrollo del sistema automatizado de fertilización como lo son: Sensor de temperatura y humedad ambiente DHT11, LCD 16X2, Relé de 5V, 3 Fuentes de alimentación de 12 V, Módulo BlueTooth HC-06, Sensor suelo higrómetro, Sensor de PH y controladora de hardware libre como lo es Arduino.

3. Es importante mencionar algunos conceptos que permitieron la construcción de los mapas de deficiencias nutricionales en el cultivo, a través de la obtención de datos captados por el dron.

Las aplicaciones de los RPAS están estrechamente relacionadas con la percepción remota, en particular con la teledetección. Tradicionalmente, las plataformas para realizar esta tarea consistían de sensores montados en satélites, aviones y vehículos terrestres [15]. La teledetección de variables agrícolas se basa en el principio de que la radiación reflejada por las plantas es inversamente proporcional a la radiación absorbida por pigmentos de la planta, y varía con la longitud de onda de la radiación incidente. La mayoría de los pigmentos, como la clorofila, absorben la radiación en el espectro visible de 400 a

700 nm (Pinter et al., 2003), a esto se le conoce como NDVI. El Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI) fue introducido con el objetivo de separar la vegetación del brillo que produce el suelo (Rouse et al., 1974). Este índice se basa en el peculiar comportamiento radiométrico de la vegetación, relacionado con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas, permitiendo determinar la vigorosidad de la planta. Los valores del NDVI están en función de la energía absorbida o reflejada por las plantas en diversas partes del espectro electromagnético. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana, muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el Infrarrojo Cercano (NIR) [3]. En contraste, cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés, ya sea por presencia de plagas o por sequía, la cantidad de agua disminuye en las paredes celulares por lo que la reflectividad disminuye el NIR y aumenta paralelamente en el rojo al tener menor absorción clorofílica. Esta diferencia en la respuesta espectral permite separar con relativa facilidad la vegetación sana de otras cubiertas. El cálculo del NDVI implica el uso de una simple fórmula con dos bandas, el Infrarrojo Cercano (NIR) y el rojo (RED) [3].

De esta manera, la principal ventaja que ofrecen los RPAS a nivel operativo es la versatilidad de sensores que pueden adaptarse a estos dispositivos, tal como cámaras de alta resolución, sensores multispectrales, sensores térmicos, entre otros; los cuales son más económicos que otras tecnologías. Al mismo tiempo que se pueden obtener imágenes NDVI y mapas en mejor resolución que los ofrecidos por satélites especializados y sistemas de aeronaves convencionales. La tecnología RPAS puede ser una herramienta promisoriosa en la monitorización de labores agronómicas, la identificación de disturbios en los cultivos y la elaboración de cartografía. Al complementar la agricultura de precisión con la tecnología de los RPAS, los pequeños y grandes agricultores tienen la posibilidad de tener acceso a drones de bajo costo que ellos mismos pueden operar. Por medio de los sensores implantados en los RPAS, se pueden monitorear parámetros tales como la temperatura, la radiación solar, la humedad del suelo y las hojas; con el fin de detectar rápidamente situaciones adversas y ejecutar tratamientos apropiados, únicamente en las zonas donde resulta realmente necesario [11].

En consecuencia, se presenta la posibilidad de mapear y monitorear los cultivos para obtener información importante en tiempo real, como determinar las condiciones de crecimiento, segmentar el área, caracterizar las plantas, calcular el volumen de producción, detectar el daño, enfermedades y plagas presentes en los cultivos, identificar zonas que requieren fertilizantes, entre otros. Lo que implica contar con otra ventaja operativa: la reducción de tiempo en la identificación de estas zonas y variables [11].

De esta manera, el Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Madrid, España. Menciona que la agricultura de precisión es el manejo diferenciado de los cultivos utilizando para ello diferentes herramientas tecnológicas (GPS, Sensores planta-clima-suelo e imágenes multispectrales provenientes tanto de satélites como de UAS/RPAS), a partir de este manejo diferenciado del cultivo podremos detectar la



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

variabilidad que tiene una determinada explotación agrícola, así como realizar una gestión integral de dicha explotación. [3].

Entre sus desventajas, se tiene la dependencia de una estación de seguimiento en tierra, costo de equipamiento y restricciones de peso, volumen de carga y tiempo de vuelo. Otra desventaja está relacionada con la regulación y normatividad de uso del espacio aéreo para este tipo de vehículos [15]. Otra de las desventajas de los drones respecto a imágenes satelitales es la menor capacidad respecto a su resolución espectral, teniendo menores resoluciones espectrales las cámaras con las que están trabajando los drones respecto a las utilizadas en los satélites [16].

En consecuencia, se presenta la posibilidad de mapear y monitorear los cultivos para obtener información importante en tiempo real, como determinar las condiciones de crecimiento, segmentar el área, caracterizar las plantas, calcular el volumen de producción, detectar el daño, enfermedades y plagas presentes en los cultivos, identificar zonas que requieren fertilizantes, entre otros. Lo que implica contar con otra ventaja operativa: la reducción de tiempo en la identificación de estas zonas y variables. [11].

Implementando drones en el cultivo se realiza la identificación y construcción de mapas con las zonas afectadas por la deficiencia nutricional, utilizando el algoritmo NDVI y el software de procesamiento de imágenes Drone Deploy. La realización de un vuelo sobre el cultivo de maíz permite recolectar información georreferenciada sobre el mismo, que incluye una toma de una serie de fotografías que permiten la creación del mapa con las deficiencias nutricionales.

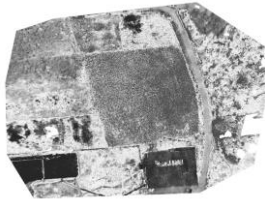


Figura 1. Mapa con las zonas afectadas por deficiencia nutricional en cultivo de prueba en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.

4. Se realizó el levantamiento de requerimientos que permitió establecer los componentes necesarios a incluir en la aplicación móvil y de la misma manera se realizó del diseño del circuito del sistema de fertilización para de este modo programar cada uno de los elementos que requiere el sistema de fertilización automatizado.

Diseño del circuito del sistema de fertilización: Cuando el sensor de humedad y temperatura ambiente del cultivo establezcan que dicha temperatura es mayor a 15°C y menor a 42°C, y los niveles de PH se han los óptimos de 7 a 8.5, se active de manera automática la mini bomba, la cual provee nutrientes a las plantas, Si el sensor que está ubicado en la planta de maíz detecta la profundidad adecuada del fertilizante, la mini bomba se debe desactivar. Al finalizar el ciclo debe mostrar la temperatura y humedad final del cultivo. Además, para realizar la activación automática se debe comprobar la temperatura del líquido que se encuentra en el depósito de fertilizantes. El

circuito debe soportar el envío de datos de los sensores a la Aplicación móvil que va a permitir el control manual del mismo.

Entradas: Datos captados por los sensores de:

- Temperatura y humedad ambiente. (TH); Temperatura del líquido. (TL); Sensor humedad planta de maíz. (SH); PH de la planta de maíz. (PH).

Salidas:

- Activación y desactivación de la mini bomba del sistema. (M); Indicaciones del momento actual del sistema a través de la pantalla LED. (L).

Estados 0: No se reciben datos de los sensores.

Estado 1: Los sensores NO cumplen con las condiciones del problema, la mini bomba permanece inactiva. Mientras no cumpla las condiciones continuo en este estado, de lo contrario pasó al estado 0.

Estados 2: Los sensores cumplen con las condiciones del problema, se activa la mini bomba y se muestran los datos finales de temperatura y humedad final del cultivo, continuo en este estado si todos los parámetros cumplen, de lo contrario paso al estado E0.

Tabla 9. Definición de estados con su respectiva codificación.

Estado	Definición	Codificación
E0	No se capturan datos. TH, TL, SH, PH.	000
E1	Se capturan datos pero uno, no cumple con la condición.	110
E2	Se capturan los datos y cumplen con la condición.	111

Cabe resaltar que los mapas de deficiencias nutricionales sirven como instrumento para que los agricultores tomen decisiones respecto a la ubicación del área de bombeo y comprobar que el sistema de fertilización sea activado exclusivamente en la zona afectada. Los sensores (Temperatura Líquido, Humedad de la planta de maíz, PH, Temperatura y Humedad Ambiente) de manera automática transforman los datos analógicos en digitales, y son enviados a la controladora, la información es procesada por el algoritmo que ha sido programado en la tarjeta Arduino. El algoritmo incluye mediciones de estos sensores en lapsos de tiempo cortos (30 Segundos) sin intervenciones humana, las horas de inicio programadas para la activación del sistema de fertilización están entre las 6-7AM/Hora de Colombia, cuando los valores de los sensores NO coincidan con los valores óptimos programados en el Arduino, el sistema de manera automática se desactiva. El tiempo máximo de fertilización es determinado por los valores óptimos de los sensores de PH, y humedad de la planta. Los valores de los sensores de temperatura ambiente, humedad ambiente y temperatura del líquido permiten establecer el clima del cultivo y la temperatura adecuada del fertilizante, con el fin

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

de evitar quemaduras a la planta de maíz por fertilizantes en el cultivo. Estas mediciones se convierten en datos relevantes que le indican al sistema de fertilización como debe comportarse. La controladora Arduino integra los sensores mencionados anteriormente, junto con la aplicación móvil que se comunica mediante bluetooth. El sistema es compatible con sensores de hardware libre y la aplicación está disponible para S.O Android.

Levantamiento de requerimientos: Los requerimientos funcionales y no funcionales son necesarios a la hora de realizar la aplicación móvil, los cuales representan el objetivo a cumplir y la calidad del aplicativo. En la siguiente tabla se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales del APP.

Tabla 2. Requerimientos Funcionales y No Funcionales.

Requerimientos Funcionales	Requerimientos No Funcionales
RF-1. Gestionar información de los agricultores (Registrar, Consultar, Modificar).	RNF-1. La aplicación móvil solo estará disponible para el SO Android
RF-2. Registrar Información de los agricultores (Nombre, apellido, Correo Electrónico, Número de Serie del Producto, Contraseña).	RNF-2. La aplicación móvil debe ser fácil de utilizar e intuitivo.
RF-3. El Inicio de Sesión, pidiendo a los usuarios el Usuario y la contraseña.	RNF-3. La aplicación móvil debe proporcionar seguridad al usuario.
RF-4. Consultar los mapas procesados en Drone Deploy.	RNF-4. Disponer de una documentación fácilmente actualizable.
RF-5. Subir los mapas previamente procesados.	RNF-5. Permitir la ayuda online, en caso de que se requiera.
RF-6. Activar el sistema de fertilización basado en el mapa de deficiencia nutricional.	
RF-7. Desactivar el sistema de fertilización basado en el mapa de deficiencia nutricional.	
RF-8. Cerrar sesión desde la APP.	

A continuación, se puede observar el desarrollo de cada requerimiento.



Figura 2 y 3. Interfaz que permite Registrarse (Izquierda) e Iniciar Sesión (Derecha) en el APP, para registrarse el usuario ingresa sus datos personales, y el número de serie del producto. Para iniciar sesión el usuario ingresa a la APP, digitando el correo electrónico y la contraseña.



Figura 4 y 5. Menú del APP (Izquierda), el usuario a través de esta pantalla puede acceder a sus mapas online, subir los mapas, y el control manual del sistema de fertilización. La Interfaz que permite el Control del Sistema de fertilización (Derecha), el usuario conecta los dispositivos mediante bluetooth y tiene la posibilidad de control manualmente el sistema (Activar/Desactivar).

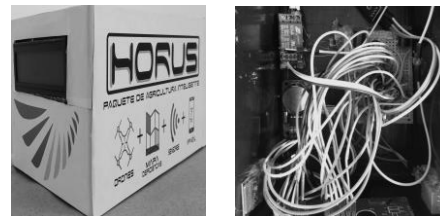


Figura 6 y 7. Exterior e Interior del contenedor del Sistema de fertilización automatizado. El dispositivo cuenta con un manual de usuario en el que se explica el funcionamiento del mismo y las instrucciones de instalación y del Sistema Automatizado de Fertilización.

# CICOM 2018

8º Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 8. Manual de Usuario del dispositivo.

La diferencia en comparación con otras propuestas radica en la integración de mapas de deficiencias nutricionales, el sistema automatizado de fertilización y la aplicación móvil para el control del mismo. La combinación de estos tres elementos (mapas de deficiencias nutricionales, el sistema automatizado de fertilización y la aplicación móvil) ayudan a determinar a tiempo enfermedades nutricionales en cultivos de maíz, proporcionando como resultado ahorros económicos para los agricultores ya que los mapas de deficiencia nutricionales le indican al agricultor cual ha sido la zona afectada, esto se traduce en información valiosa al momento de tomar decisiones, es decir para controlar las deficiencias nutricionales, solo deberá aplicar fertilizantes a las zonas detectada. De esta manera el sistema de fertilización automatizado proveerá de las cantidades adecuadas de fertilizantes a dicha zona afectada, esto apoyado en la información de los sensores del sistema.

## CONCLUSIONES

Un aspecto fundamental será contribuir en la identificación de las deficiencias nutricionales con los datos captados por los drones, al detectar esta falta de nutrientes en los cultivos nos permitirá realizar un uso óptimo de fertilizantes, realizando la activación del sistema de fertilización en las zonas afectadas por las dichas deficiencias.

De esta manera el desarrollo del sistema de fertilización automatizado le permite al agricultor tener el control del proceso de fertilización, ya que le brinda la posibilidad de activar y desactivar la fertilización en la zona indicada, de la misma manera reduce labores monótonas lo que da espacio para que realice otras tareas dentro del cultivo.

Se logró construir los mapas con las deficiencias nutricionales en el cultivo, dichos mapas son de gran importancia ya que nos indican en que zona activar el sistema de fertilización. Los mapas de deficiencia nutricional que se han creado se pueden ver a través de la APP, clasificando las zonas afectadas por deficiencia nutricional como aquellas con un color rojo.

En cuanto al circuito, se establecieron los elementos a utilizar, todas las funciones son llevadas por medio de una tarjeta de Arduino uno, donde se encuentra la programación de cada elemento utilizados como lo son MiniBomba Anself 4,5 W, sensor de temperatura y humedad ambiente DHT11, LCD 16X2, Relé de 5V, 3 Fuentes de alimentación de 12 V, Módulo BlueTooth HC-06, Sensor suelo higrómetro y sensor de PH.

## AGRADECIMIENTOS

Los Investigadores, desean expresar su agradecimiento a los agricultores de la Provincia de Ocaña – Colombia, por su

servicio y colaboración, de igual forma a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por el apoyo y asesoramiento, en el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] S. K. N. Pupiales, A. C. U. Criollo y D. H. P. Ordoñez, «IMPACT OF USABILITY DRONES IN THE AGGREGATION OF VALUE IN PRODUCTION,» pp. 179-183, 2017.
- [2] I. D. S.L., «Aplicaciones y usos,» 2012. [En línea]. Available: [http://www.iuavs.com/pages/aplicaciones\\_y\\_usos](http://www.iuavs.com/pages/aplicaciones_y_usos). [Último acceso: 10 09 2018].
- [3] J. D. Garcia, «Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión,» Madrid, España., 2005.
- [4] AUVSI, «AUVSI's The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the United States,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.auvsi.org/our-impact/economic-report>. [Último acceso: 15 04 2018].
- [5] Fountas, S. & Søren, M. & P. & Blackmore y B., ICT in Precision Agriculture – diffusion of technology An overview of Precision Agriculture, 2004.
- [6] S. Uribe, J. Diego, G. Chuchón y S. Rolfi, «Impacto del uso de drones para la fumigación de cultivos de arándanos en el departamento de la Libertad - Perú,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2017.
- [7] L. A. G. Páez, «Diseño de un sistema de fertilización automatizado para el control de deficiencias nutricionales en cultivos de maíz en la Provincia de Ocaña,» Proyecto de Investigación (Grupo GRUCITE), UFPS OCAÑA., 2018.
- [8] DANE, «Encuesta Nacional Agropecuaria ENA-2016,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/ena/ena/2016/boletin\\_ena\\_2016.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/ena/ena/2016/boletin_ena_2016.pdf). [Último acceso: 12 04 2018].
- [9] PAINTECT, «Manual de Agricultura de Precisión,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.paintec.es/wp-content/uploads/2016/05/Pangea-2.0.pdf>. [Último acceso: 12 04 2018].
- [10] M. & J. C. Badii, Técnicas Cuantitativas en la Investigación, Monterrey – Mexico.: UANL, 2007.
- [11] M. X. A. RODRÍGUEZ, «EL USO DE DRONES Y SU IMPACTO EN LA RESPONSABILIDAD SOCIAL,» BOGOTÁ D.C., COLOMBIA, 2017.
- [12] O. Rojas cardona, j. Z. Vaca lozano y y. A. & vaca lozano, «Diseño e implementación de un sistema automatizado para invernadero hidropónico,» Mariquita, Colombia., 2017.
- [13] K. A. Sandoval Guerrero y B. J. Somarriba Castro, «Diseño de un sistema de ferti-riego automatizado en la

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

plantación de musáceas de la finca Ojo de Agua ubicada en Isla de Ometepe, (Rivas),» Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua., 2015.

realización de ortofotos a partir de imágenes obtenidas por drone,» Oviedo, España, 2016.

- [14] C. V. Pilar Barreiro, «Drones en la Agricultura,» *Tierras de Castilla y León: Agricultura*, vol. 220, pp. 36-42, 2014.
- [15] W. Ojeda-Bustamante, A. González-Sánchez, A. M. Pérez y J. F. Velázquez, «Aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados en la Ingeniería hidroagrícola,» vol. 8, n° 4, pp. 157-166, 2017.
- [16] P. N. Calleja, «Comparativa de software para la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Análisis de la seguridad de la información en Big Data: Revisión

Kely Yineth Diaz Pedroza  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña  
Ocaña, Colombia  
kydiazp@ufpso.edu.co

Andrés Mauricio Puentes  
Velásquez  
Grupo de investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander Ocaña  
Cúcuta, Colombia  
ampuentesv@ufpso.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El propósito del presente artículo es realizar un análisis de la seguridad de la información en Big Data que va desde su definición hasta las vulnerabilidades y buenas practicas que se han podido establecer a lo largo de los años, obteniendo información más detallada de este término que se ha comenzado a usar en gran escala a nivel mundial y del que casi todos buscan obtener sus beneficios sin recordar el tener en cuenta la seguridad de su información ya sea de forma local o en la nube.

### ABSTRACT

The purpose of this article is to carry out an analysis of the information security in Big Data that goes from its definition to the vulnerabilities and good practices that have been established over the years, obtaining more detailed information of this term that is It has begun to use on a large scale worldwide and almost everyone seeks to obtain their benefits without remembering to take into account the security of their information either locally or in the cloud.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Tecnologías emergentes en la cultura digital: Big data (datos masivos)

### Términos Generales

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Seguridad en Big Data y datos masivos

### Palabras clave

Big Data, computación en la nube, seguridad de la información

### Keywords

Big Data, cloud computing, information security

### INTRODUCCIÓN

Con la nueva era digital son millones los datos que se obtienen de diferentes fuentes digitales como redes sociales, las imágenes de alta definición captadas por un telescopio, la calidad de video va en aumento y cada día son mucho más pesados los formatos de estos [1] [2]. Con el afán de incursionar en esta área se está dejando a un lado la seguridad, por su parte la computación en la nube a pesar de que usen mecanismos de cifrado se han visto cortos para proteger los grandes datos de la nube [3].

La seguridad de los grandes datos es un tema que no solo preocupa a las grandes compañías sino también al estado, y este, por medio de la aplicación de la ley, lucha contra el fraude y tienen el potencial de cosechar grandes beneficios para los ciudadanos y la sociedad [4], pues existe una delgada línea entre el uso legítimo de big data y la privacidad del cliente. Y antes de que comience cualquier proyecto de big data, las organizaciones deberían tener los mecanismos adecuados para proteger esa información desde el principio [5], a pesar de los problemas que puede traer el trato con esta cantidad de datos, el estado también toma sus beneficios, puesto que los grupos de datos se asocian con usuarios en específico, datos que más adelante con usos para profundizar en investigaciones y demás [6]. Es por eso que, para evitar inconvenientes por un ataque y demás, se deben proteger los sistemas de información con el uso de buenas prácticas, encriptando los datos que se procesan, a pesar de saber que garantizar la seguridad y proteger la privacidad en Big data se vuelve día a día más difícil debido a la dimensión de datos obtenidos [7].

Con la integración de tecnologías se generan muchos más datos que son posibles de procesar y tratar de forma segura con los adecuados protocolos y buenas prácticas y de esta forma generar



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

valor dentro de la organización con base en esa información [8], los problemas de seguridad ayudan a que los investigadores hagan cada día más robustos los sistemas para el tratamiento de datos [9].

Existen diferentes métodos para proteger la información, algunos de ellos serán descritos dentro de este documento donde la información se tiene como base de la estrategia organizacional [10]. Adicionalmente, el lograr una visión integrada de la situación detectada/reportada por una gran cantidad de elementos de seguridad puede resultar extremadamente difícil (lo cual de hecho generó una nueva familia de herramientas/prácticas usualmente denominadas “SIEM” – Security Información and Event Management) [11].

Por su propia naturaleza, Big Data obtiene conocimiento de donde al principio sólo hay datos. Aparece aquí un potencial conflicto de propiedad y de privacidad. No siempre quienes generan los datos son conscientes del valor que contienen, incluso económico, y los ceden a empresas y administraciones públicas sin reflexión ni contrapartida. Surgen situaciones inesperadas de generación de información personalmente identificable, de forma que los metadatos superan en importancia a los propios datos [12].

## METODOLOGÍA

En este caso se hace uso de una metodología cualitativa de alcance descriptivo que permite describir algunas de las principales características con las que cuenta Big Data, tomando desde lo fundamental como el concepto hasta el análisis de seguridad que me maneja en Big Data, con base en esta metodología se busca identificar la realidad de lo que plantean diferentes prácticas, reflexionando y desarrollando cada punto que permita una comprensión un poco más profunda en relación al tema tratado [13], sabiendo que la base para el uso de herramientas está en la base de una buena investigación sustentada en datos reales [14].

Este análisis se desarrolla con base a tres fases principales que son:

- Recolección de información relacionada con las definiciones de los temas ya establecidos
- Conceptualización de la información obtenida
- Determinación y conclusiones de las mejores prácticas establecidas y patentadas por organismos de alto nivel en el área de la seguridad de la información en Big data

## CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE BIG DATA

Se han generado diferentes definiciones como la establecida por Kenneth Cukier, autor del libro “Big Data. La Revolución de los Datos Masivos”, en este libro el autor expresa que se trata de hacer cosas a partir del análisis de inmensas cantidades de información, que simplemente no son posibles con volúmenes más pequeños [15], como hace referencia a la **Figura 1**, los intereses en Big Data con el pasar de los años han ido en aumento y hoy día está entre los picos más altos. Para IBM en

términos generales se puede referir como a la tendencia en el avance de la tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi estructurados) que tomaría demasiado tiempo y sería muy costoso cargarlos a un base de datos relacional para su análisis. De tal manera que, el concepto de Big Data aplica para toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales [16].

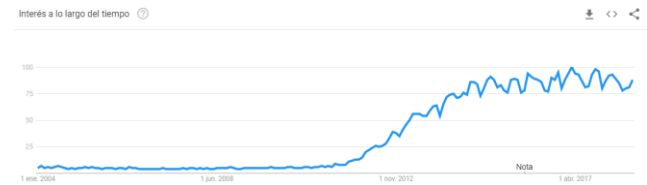


Figura 1. Interés de Big Data desde 2004

Concluyendo así que el tratamiento de Big Data puede variar según las características de las empresas, para algunas, prima el volumen, para otras la velocidad y otras la variabilidad de las fuentes. Las empresas con mucho volumen o volumetría van a estar interesadas en capturar la información, guardarla, actualizarla e incorporarla en sus procesos de negocio; pero hay empresas que, aunque tengan mucho volumen, no necesitan almacenar, sino trabajar en tiempo real y a gran velocidad. Otras, por el contrario, pueden estar interesadas en gestionar en diferentes tipos de datos [17] [18] [19] [20]

Con relación al análisis expuesto en la herramienta de google trends en la **Figura 2** se puede ver en el mapa las regiones que más están interesadas en el tema del big data.



Figura 2. Mapa de regiones interesadas en Big Data

Las regiones que se encuentran en el top 5 se pueden evidenciar en la **Figura 3** donde Santa Elena encabeza la lista seguida por la India y Singapur, también se pueden evidenciar que entre los puestos 4 y 5 se encuentran regiones asiáticas como Hong Kong y Corea del Sur [21].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

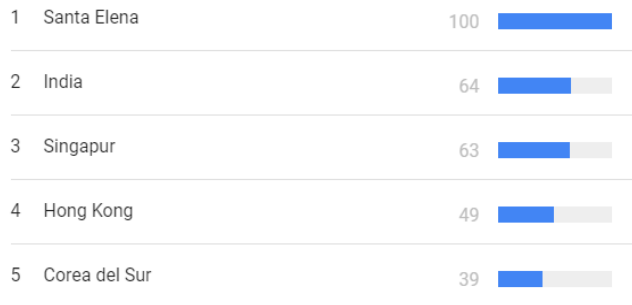


Figura 3. Regiones interesadas en Big Data

## VULNERABILIDADES EN BIG DATA

Big data se ha convertido en un término de moda en los últimos tiempos con la masificación de los datos y las maravillas que se pueden lograr si se sabe aprovechar sus grandes beneficios, con este gran flujo de datos se ha dejado a la intemperie una serie de vulnerabilidades, unas conocidas en los sistemas de información tradicionales como el ataque a la información por no ser encriptada o volumen de información mucho más amplia que desencadena vulnerabilidades como el acceso a datos sensibles a través de programas corruptos, no contar con una buena estructuración de los datos al momento de ser ingresados a un portal, la comunicación de datos por medio de protocolos inseguros, pues a pesar de que se tenga en la empresa la información encriptada, si va a transmitir esos datos por medio de un protocolo http se ha perdido todos los esfuerzos de seguridad que se habían hecho antes. La invasión de la privacidad es otra vulnerabilidad al estar rodeados de tanta tecnología que día a día busca sacar información desde cualquier medio como por ejemplo las redes sociales [22].

A lo largo de los años se han propuesto innumerables técnicas para mejorar la seguridad de los datos, desde técnicas criptográficas como estructuras de datos inconsistentes [23] que ocultan patrones de acceso a datos a técnicas de anonimización de datos que transforman los datos para dificultar el enlace de registros de datos específicos a individuos específicos [24], a la vez que se establecen este tipo de técnicas, también aparecen algunos enfoques que tratan de una forma más eficiente la seguridad de grandes datos basados en la transformación y mapeo de datos en espacios vectoriales [25], y la combinación de computación multipartidista segura (SMC) y enfoques de saneamiento de datos tales como privacidad diferencial [26] y anonimato y a través de dos nuevos métodos criptográficos como el intercambio de secretos lineales (LSS) y el cifrado totalmente homomórfico (FHE), permiten el cálculo de datos confidenciales sin descifrarlos [27] [28] abordando la escalabilidad.

Big Data [con especial atención en el sistema EnCoRe], Hadoop [con especial atención en HDFS] es donde comúnmente surgen fallos en la seguridad de los datos [29] y también el hecho de que los datos se comparten con el proveedor de servicios en la nube se identifica como el problema científico central que

separa la seguridad de la computación en la nube de otros temas en la seguridad informática [30].

## BUENAS PRÁCTICAS EN LA SEGURIDAD DE BIG DATA

Con una combinación de Control de acceso basado en roles y Hadoop Distributed File System, permite emplear una técnica de normalización para utilizar los recursos de manera eficiente mediante la distribución uniforme de datos en diferentes servidores [31]. También es posible mejorar la seguridad en los datos en dos direcciones: gestión de metadatos y control de uso. Por un lado, usar metadatos para mejorar la trazabilidad del proceso para fines de validación y / o evidencia como, por ejemplo, fotos geoetiquetadas (para certificar puntos de control) y en control de uso se pueden establecer reglas como prohibir el acceso a partes de un documento en función de los datos de ubicación y mantener un control repetitivo sobre todo el tráfico de la red.

Hay una técnica se trata de la de fragmentación aleatoria de patrones en torno a la nube [32], que utilizando el almacenamiento en la nube de los datos y una transmisión de los mismo a través de una conexión segura y mucho más rápida que la encriptación AES tradicional [33].

Los archivos divididos se almacenan dentro de la base de datos NoSQL que reside dentro de una instancia en un proveedor de la nube. Los datos están protegidos en tránsito con el uso de la red privada virtual (VPN) [34].

Al momento de decidir el traslado hacia la nube es importante optar por una plataforma en la nube que le ofrezca una amplia variedad de servicios de seguridad que satisfagan diversos requisitos y que le permitan beneficiarse de todas las nuevas características en cuanto estén disponibles, entre las características que se deben tener en cuenta están que esta plataforma cuente con estrictas normas reglamentarias (unos requisitos reglamentarios más elevados llevan a mejores soluciones de seguridad), herramientas de seguridad robustas (muchos de los grandes proveedores en la nube incluyen acceso a programas de seguridad extra), confidencialidad (se mantiene la confidencialidad de los datos de los clientes) y mitigación de ataques DDoS (evitar la prohibición del servicio a los usuarios legítimos de la plataforma) [35], aunque bloquear un entorno de centro de datos y su hardware de servidor físico es importante a la hora de proteger la información, es sólo la mitad de la batalla: debe proteger también su infraestructura en el lado del software [36].

En el área de la seguridad de los datos existe una relación entre Big data y las redes de almacenamiento, por un lado, el Big Data permite integrar diferentes dispositivos de manera segura asociados a la nube de la Big Data y las redes de almacenamiento apoyan este proceso gracias a ofrecen la posibilidad de almacenar los datos e tal manera que los dispositivos asociados permanezcan conectados de manera segura [37].

la securización de las transacciones y los logs requiere de un sistema eficiente de auto-tiering que almacene adecuadamente la información. Además, resulta esencial disponer de un buen

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

sistema de localización de dicha información y de una copia de seguridad y recuperación ante desastres a corto plazo [38].

Es imprescindible securizar las operaciones en *frameworks* de procesamiento distribuido (DFC), así como otros procesos, y validar (y filtrar) las entradas en los *endpoints*, asegurando el uso legítimo de estos. Si el acceso se viera vulnerado, algo que suele ocurrir tras un cierto tiempo, es importante **mantener los datos correctamente protegidos mediante encriptación**, lo que no evita que haya que asegurar la comunicación entre dispositivos [39].

Las obligaciones del nuevo reglamento GDPR para la protección de datos de la Unión Europea entraron en vigencia a partir de mayo de 2018, Las implicaciones de la GDPR son complejas, por lo que se ha dividido el proceso de cumplimiento en tres grupos de medidas que se deben considerar, subdivididas en varias áreas con una explicación más detallada [40], en Colombia también entro en vigencia el CONPES 3920 que busca el aprovechamiento de los datos de una forma segura y correctamente reglamentada [41].

## CONCLUSIONES

Big Data es un término que no solo le debe de interesar a las grandes industrias sino también a las pequeñas y medianas organizaciones que si están interesadas en trabajar en el tratamiento de Big Data deben tener muy en cuenta la seguridad con la que administran su información y los protocolos de seguridad que deben tener en los calares de comunicación, pues de nada les sirve tener dentro de su organización la información encriptada si al momento de transportar datos de un sitio a otro usan un protocolo poco seguro.

## AGRADECIMIENTOS

La investigación es soportada por el programa de ingeniería de sistemas de la Universidad Francisco de paula Santander Ocaña

## REFERENCIAS

- [1] J. J. Camargo-Vega, J. F. Camargo-Ortega y L. Joyanes-Aguilar, «Conociendo Big Data,» Revista Facultad de Ingeniería (Fac. Ing.), vol. 24, n° 38, pp. 63-77, 2014.
- [2] ARCVI, «Adopción e impacto del Big Data y Advanced Analytics en España,» ESADEKNOWLEDGE, 2018.
- [3] G. Manogaran, C. Thota y M. Vijay Kuma, «MetaCloudDataStorage Architecture for Big Data Security in Cloud Computing,» Procedia Computer Science, vol. 87, pp. 128-133, 2016.
- [4] D. Broeders, E. Schrijvers, B. V. der Sloot, R. van Brakel, J. de Hoog y E. Hirsch Ballin, «Big Data and security policies: Towards a framework for regulating the phases of analytics and use of Big Data,» Computer Law & Security Review, vol. 33, pp. 309-323, 2017.
- [5] G. Lafuente, «The big data security challenge,» Network Security, vol. 2015, pp. 12-14, 2015.
- [6] J. ZhangDeputy, A. Castiglione, L. TianrunoYang, T. Yang y Y. Zhang, «Recent advances in security and privacy in Social Big Data,» Future Generation Computer Systems, vol. 87, pp. 686-687, 2018.
- [7] L. Ou, Z. Qin, H. Yin y K. Li, «Chapter 12 - Security and Privacy in Big Data,» Big Data, pp. 285-308, 2016.
- [8] K. Abouelmehdi, A. Beni-Hssane, H. Khaloufi y M. Saadi, «Big data security and privacy in healthcare: A Review,» Procedia Computer Science, vol. 113, pp. 73-80, 2017.
- [9] R. Duvvuru, G. N. Rao, A. Kote, V. R. Motru, S. PYNL, S. S. Thakur, S. K. Singh, B. Bangaru, S. Godi y P. J. Rao, «Security issues in geo-spatial big data analytics with special reference to disaster management,» Springer Series in Geomechanics and Geoengeering, vol. part F2, pp. 43-49, 2019.
- [10] N. Santos y G. L. Masala, «Big data security on cloud servers using data fragmentation technique and NoSQL database,» Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 98, pp. 5-13, 2018.
- [11] R. Guirado, CISA, CGEIT y CRISC, «Seguridad en tiempos de Big Data,» ISACA, 2014.
- [12] L. Buezo, B. Blanco, S. Degli-Esposti, E. Aristi Rodríguez, M. J. Benito, H. Costas y Ó. Escudero, «Implicaciones de seguridad de Big Data,» CSAES, 2015.
- [13] M. Nóbrega, Á. Vera, G. Gutiérrez y F. Otiniano, «Criterios Homologados de Investigación en Psicología (CHIP) Investigaciones Cualitativas,» Departamento de psicología de lapontificia universidad catolica del Perú, 2018.
- [14] J. Martínez Rodríguez, «MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA,» silogismo, 2011.
- [15] V. Mayer-Schonberger y K. Cukier, «Big data la revolucion de los datos masivos,» Turner noema.
- [16] R. Barranco Frago, «¿Qué es Big Data?,» IBM, 2012.
- [17] PowerData, «Big World, Big Data,» Power Data.
- [18] J. M. Benítez Sánchez, «Big Data: Algoritmos, tecnología y aplicaciones,» MADM.
- [19] EMC, «Análisis de Big Data,» EMC, 2011.
- [20] GOBERNA, «Manual sobre utilidades del big data para bienes públicos,» ENTINEMA, 2017.
- [21] Google, «Google trends,» Google, 2018. [En línea]. Available: <https://trends.google.es/trends/explore?date=all&q=big%20data>. [Último acceso: 13 9 2018].
- [22] R. Espinosa, «El reto de la seguridad en Big Data,» Congreso seguridad en computo, 2014.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [23] X. Shaun Wang , K. Nayak, C. Liu, T.-H. Hubert Chan , E. Shi, E. Stefanov y . Y. Huang, «Oblivious Data Structures,» ACM, 2014.
- [24] E. Bertino, «Big Data - Security and Privacy,» IEEE, 2015.
- [25] P. Rodríguez , N. Palomino y J. Mondaca , «El uso de datos masivos y sus técnicas analíticas para el diseño e implementación de políticas públicas en Latinoamérica y el Caribe,» Banco interamericano de desarrollo, 2017.
- [26] M. Kuzu, M. Kantarcioglu, A. Inan, E. Bertino, E. Durham y B. Malin, «Efficient privacy-aware record integration,» ACM, pp. 167-178 , 2013.
- [27] .Inan, M. Kantarcioglu y G. Ghinita, «A Hybrid Approach to Private Record Matching,» IEEE, vol. 9, pp. 684 - 698, 2012.
- [28] D. W. Archer y K. Rohloff, «Computing with Data Privacy: Steps toward Realization,» IEEE, vol. 13, pp. 22-29, 2015.
- [29] M. Behera y A. Rasool, «Big data security threats and prevention measures in cloud and hadoop,» Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018.
- [30] L. F. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, «ASPECTOS DE SEGURIDAD INFORMÁTICA EN LA UTILIZACIÓN DE CLOUD,» Repositorio UNAD, 2016.
- [31] J. Denis , A. Duarte, G. Salgado, W. Sosa y M. Laíno, «Seguridad y Big Data,» DOCPLATER, 2016.
- [32] M. Munier, V. Lalanne y M. Ricarde, «Self-Protecting Documents for Cloud Storage Security,» IEEE, 2012.
- [33] «Exploración de problemas y soluciones de seguridad de datos en Cloud Computing,» Procedia Computer Science, vol. 125, pp. 691-697, 2017.
- [34] K. Fornero, «Extending your Business Network through a Virtual Private Network (VPN),» SANS instritute, 2016.
- [35] AWS, «¿Qué es la seguridad en la nube?,» 2018. [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/security/introduction-to-cloud-security/>. [Último acceso: 10 09 2018].
- [36] «Software de seguridad,» 2018. [En línea]. Available: <http://cort.as/-ACjk>. [Último acceso: 10 09 2018].
- [37] F. A. Coronel Goyes, «REDES DE ALMACENAMIENTO CON BIG DATA,» Repositorio de la Universidad libre, 2018.
- [38] MicrosoftAzure, «Azure Blob Storage: niveles de almacenamiento de archivo, esporádico y frecuente,» Microsoft Azure, 2017.
- [39] panda-media center, «Panda,» 28 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.pandasecurity.com/spain/mediacenter/seguridad/big-data/>. [Último acceso: 10 09 2018].
- [40] UniónEuropea, «GDPR,» Unión Europea, 5 2018. [En línea]. Available: <https://gdpr.eset.es/>. [Último acceso: 13 9 2018].
- [41] R. d. Colombia, «CONPES,» Departamento nacional de planeación, 17 4 2018. [En línea]. Available: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/documentos-conpes/Paginas/documentos-conpes.aspx>. [Último acceso: 13 9 2018].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Análisis del estado del arte de métodos y sensores para identificar estados emocionales

Gabriel A. García Pinzón  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770

gabriel.garcia17ca@cendiet.edu.mx

Gabriel González Serna  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770

gabriel@cenidet.edu.mx

Noé A. Castro Sánchez  
TecNM-CENIDET  
Departamento de Ciencias  
Computacionales  
Cuernavaca, México  
+52 777 3637770

ncastro@cenidet.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Este artículo presenta un estudio sobre el estado del arte de métodos y sensores fisiológicos utilizados para la detección de estados emocionales. La investigación fue realizada a través de consultas a diversas fuentes como revistas científicas, redes sociales de investigadores y tesis de maestría. Se comentan las fuentes de investigación más relevantes consultadas, así como las áreas de interés relacionadas con la detección de estados emocionales y el cómputo afectivo. Entre los métodos para detección de emociones se menciona la forma en que se usa el modelo de Valencia – Excitación con los sensores biométricos. Como resultados de esta investigación del estado del arte se elaboró una tabla comparativa de los trabajos relacionados con el tema. Se identifican los sensores fisiológicos y biométricos más utilizados, los algoritmos de clasificación de emociones más usados y las emociones más comunes de detectar.

### ABSTRACT

This study is about biofeedback and biometric sensors that are used to capture data from users. The research was made through the review of different sources included scientific magazines, social networks of scientist and Master's thesis. In the document are discuss the relevant sources of the investigation, the interest areas that use biofeedback and affective computing. For the emotion detection it is described an arousal – valence model that

is used with the biometric sensors. Also is shown a comparative table of related works with the topic. At the end the results of which sensors are used, which algorithms classify better the emotions and the most emotions detected are comment.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.5. **Human-centered computing:** Human Computer Interaction, HCI design and evaluation methods.

### Términos Generales

Cómputo afectivo, interacción humano computadora.

### Palabras clave

Electrocardiograma (ECG), Respuesta galvánica en piel (GSR), Electromiograma (EMG), Biofeedback, Reconocimiento de emociones, cómputo afectivo, Interacción humano computadora.

### Keywords

Electrocardiograma (ECG), Respuesta galvánica en piel (GSR), Electromiograma (EMG), Biofeedback, Reconocimiento de emociones, cómputo afectivo, Interacción humano computadora.

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años el cómputo afectivo ha ido tomando mayor relevancia en la implementación de diferentes sistemas computacionales. La obtención de datos fisiológicos de los usuarios permite detectar estados cognitivos y emocionales, dando lugar a que la interacción con la tecnología sea más amigable y natural.

La identificación de estados emocionales mediante señales fisiológicas (EEG, GSR, ECG y EMG) además de ser un área de investigación en crecimiento, ha mostrado que puede tener resultados confiables en la detección de estados afectivos [1]. Actualmente existen diferentes áreas de aplicación para las tecnologías relacionados con las emociones y estados cognitivos como son: los videojuegos [2], biofeedback en sistemas

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero



informáticos [3] y evaluaciones en experiencias del usuario [4].

Es precisamente a la diversidad de las aplicaciones y al crecimiento del interés en esta área que se llevó a cabo un estudio del estado del arte. La motivación para realizar esta investigación del estado del arte surge del desarrollo de un proyecto de investigación en proceso que está orientado a la detección y procesamiento de datos fisiológicos asociados al proceso de evaluación de la experiencia del usuario. La motivación de este estudio se basa en que es un reto clasificar de forma correcta las emociones puesto que cada persona se expresa de diferente forma y en diferente grado. También hoy en día trabajar con sensores fisiológicos de cualquier tipo es una tendencia en el Internet de las Cosas y es una rama con la que se puede trabajar en conjunto con redes de sensores de área corporal.

## OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es identificar los métodos y los sensores fisiológicos para identificar estados emocionales, qué combinaciones de estos es la más efectiva, qué algoritmos y herramientas se usan para la extracción de características y las técnicas más comunes en la identificación y clasificación de emociones.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DESARROLLO

Para la búsqueda de información relevante en la investigación realizada se usaron diferentes fuentes como son revistas, tesis de maestría y redes sociales académicas. Dentro de las revistas consultadas se destacan Elsevier e IEEE, así como tesis de maestría desarrolladas en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (TecNM-CENIDET). En la parte de las redes sociales varios artículos se obtuvieron gracias a contactos encontrados a través de ResearchGate y Academia, la cual permite compartir artículos y otros documentos científicos.

La mayoría de los trabajos que se enfocan en la detección de emociones utilizan el modelo bidimensional de Valencia y Excitación (ver figura 5).



Figura 5. Modelo Valencia – Excitación [5]

Básicamente lo que hacen es que, a través del uso de los datos de los sensores fisiológicos y/o biométricos, se posicionan los

valores obtenidos en el cuadrante correspondiente de emociones negativas o positivas (Valencia) y la intensidad con la que se experimentó la emoción (Excitación).

La valencia y la excitación son utilizadas en psicología cuando se trata de caracterizar y clasificar a las emociones. La valencia se refiere a la sensación de agrado o desagrado de un objeto, evento o situación. Por ejemplo, la tensión, el estrés o la tristeza tienen una valencia negativa y en cambio emociones como la felicidad, serenidad o el regocijo tienen una valencia positiva. Si bien las emociones se pueden clasificar de acuerdo a la valencia como positivas y negativas, hay ocasiones en que son muy similares y la valencia no es suficiente, es por eso que medir el nivel de excitación sirve para realizar una mejor distinción entre ellas. Se entiende por excitación a la intensidad con que se experimenta la sensación de agrado o desagrado (positivo o negativo), y así se pueden diferenciar los estados emocionales, por ejemplo, una experiencia se puede vivir como felicidad, pero si en determinado momento hay un aumento en la intensidad entonces ya se entraría a un estado de regocijo o de excitación.

La identificación de las emociones está teniendo varias aplicaciones, a continuación, se mencionan las más destacadas en los trabajos encontrados.

### Video juegos

Cuando se tiene la experiencia de jugar un video juego, se pueden experimentar varias emociones dependiendo de varios factores como el contenido del juego, el modo en que se juega y la dificultad.

Varios estudios en esta área investigan cómo una persona puede experimentar de mejor forma un video juego. Por ejemplo, si es más divertido jugar solo o en modo multijugador, o si es conveniente cambiar la dificultad del juego. En esta área trabajos futuros tiene la visión de desarrollar video juegos que se adapten a las emociones del usuario y se vuelvan dinámicos de acuerdo a la experiencia que se quiere vivir.

### Evaluación de experiencia del usuario

Este campo tiene varias aplicaciones en donde lo principal es tratar de medir la satisfacción y el estado emocional de un usuario al experimentar algo que puede ser un producto y/o servicio. Este proceso de evaluación permite aplicar correcciones o mejoras basadas en lo que los usuarios percibieron. Cabe mencionar que se suelen utilizar sensores de ritmo cardíaco (ECG), respuesta galvánica en la piel (GSR), electroencefalograma (EEG) y seguimiento ocular.

### Aplicaciones médicas

En el área médica, es muy común el uso de sensores fisiológicos que obtienen la información del paciente con el objetivo de tenerlos monitoreados. Esto ha ido evolucionado, principalmente en aplicaciones que son capaces de detectar las emociones en los pacientes. La detección de una emoción sirve para identificar cuándo un paciente está triste o no se siente cómodo. Hay casos en donde el paciente no puede expresar verbalmente sus emociones ya sea que tenga una discapacidad o no lo sepa expresar. Futuros trabajos apuntan a desarrollar técnicas para

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

evitar o disminuir el sufrimiento en los pacientes y hacer que se sientan más cómodos al estar en un hospital.

## Comparación de trabajos

Después de haber recopilado la información de las distintas fuentes, se llevó a cabo una comparativa de los trabajos mediante una tabla. Esta tabla muestra los sensores fisiológicos utilizados, las técnicas de clasificación y qué emociones fueron detectadas en cada trabajo.

Tabla1. Relación de identificadores con los nombres de las características usados en la tabla 2

Identificador	Características
1	Electrocardiograma
2	Electromiograma
3	Respuesta galvánica en la piel
4	Clasificación
5	Emociones detectadas

Tabla 2. Trabajos y proyectos con rasgos característicos

Proyecto/Inversión	1	2	3	4	5
Measuring Affective, Physiological and Behavioural Differences in Solo, Competitive and Collaborative Games [Gunes 2017]	x	-	x	Algoritmos de extracción de ruido, análisis matemático con la clasificación de excitación y valencia.	Felicidad, neutral e ira
Computational Analysis of Valence and Arousal in Virtual Reality Gaming using Lower Arm Electromyograms [Gunes 2017]	-	x	-	Máquinas de soporte vectorial y vecinos más cercanos	Felicidad, ira, aburrimento, tranquilidad, nervioso, calmado, triste, enojado y excitado.
Non-intrusive Wearable Health Monitoring Systems for	x	-	-	Análisis matemático y estadístico.	Estrés, felicidad, miedo y

Emotion Detection [Norhafizah 2017] *También usa sensor de temperatura y posición					ansiedad
Discrimination between different emotional states based on the chaotic behavior of galvanic skin responses [Atefeh Goshvarpour 2017]	-	-	x	Selección de búsqueda secuencial, Random forest, Máquinas de vector soporte	Felicidad, miedo, tristeza, neutral
Physiological Signal-based Emotion Recognition System [Ibrahim Bafade 2017]	-	x	x	Análisis estadístico y predictivo de modelos de datos	Felicidad, neutral, enojo
EMG and GSR signals for evaluating user's perception of different types of ceramic flooring [Laparra-Hernández 2008]	-	-	x	Normalización de datos con ecuaciones matemáticas	Estrés, relajación, felicidad
Affect Detection in Normal Groups with the Help of Biological Markers [Arnab bag 2015]	x	x	x	Vecino más cercano y máquinas de vector soporte	Ira, alegría, amor, odio
Emotion Recognition employing ECG and GSR Signals as Markers of ANS [Priyanka Das 2016]	x	-	x	Máquinas de vector soporte, Naive bayes y Vecino más cercano	Felicidad, tristeza, neutral

## Herramientas de grabación y sensores biométricos

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

De acuerdo a la investigación que se ha realizado hasta el momento, para la grabación de información biométrica existen diferentes plataformas y sensores que toman lectura de los datos de los usuarios.

En algunos casos los sensores deben estar conectados directamente a la computadora para poder realizar la lectura, y en otras los sensores tienen comunicación inalámbrica con la computadora vía bluetooth o WiFi, incluso pueden llegar a tener almacenamiento interno que guarda la información para que posteriormente se pasen los datos a la computadora.

Ejemplos de sensores fisiológicos son de forma individual: el electroencefalograma (EEG), la respuesta galvánica en la piel (GSR), el electrocardiograma (ECG) y el electromiograma (EMG).

El electroencefalograma (EEG) es la captura de la actividad eléctrica del cerebro mediante un electroencefalógrafo [6]. Existen varios dispositivos que tienen electrodos para realizar la captura de la información cerebral, una característica a destacar es que por lo regular estos dispositivos tienen un costo alto.

La respuesta galvánica en la piel (GSR por sus siglas en inglés) se refiere al cambio en el calor y la electricidad que transmiten los nervios y el sudor a través de la piel [7]. Este dispositivo es comúnmente colocado en los dedos o en la palma de la mano, aunque también se pueden tomar capturas de este tipo desde la planta de los pies.

El Electromiograma (EMG) describe las señales de la actividad eléctrica producida por la tensión de los músculos [7]. Cuando ocurre una contracción muscular, se genera electricidad que se propaga hacia los tejidos, los huesos y la piel, permitiendo así realizar su lectura. Los sensores que capturan la información deben ir colocados en lugares específicos del cuerpo, por lo regular brazos o piernas, si no son colocados de la forma adecuada su lectura puede no ser correcta.

El Electrocardiograma (ECG) es el proceso que permite la grabación de la actividad eléctrica del corazón en diferentes puntos del cuerpo [8]. Algunos de los sensores que realizan esta actividad pueden ser electrodos en casi cualquier parte del cuerpo con la característica de que pueden ser un poco incómodos de usar con electrodos adheribles, aunque también existen otros que son menos invasivos y se limitan a usarse en los dedos de la mano o como pulseras.

## RESULTADOS

De acuerdo a los que se observa en la tabla 2, queda claro que el sensor de respuesta galvánica en la piel (GSR) es el más utilizado en las investigaciones para la detección de emociones, por el contrario el que menos se usa es el sensor de electromiograma (EMG). De acuerdo al análisis de los sensores, el GSR se usa más por ser el menos invasivo de todos. Éste puede ser colocado en varias partes del cuerpo, pero hay una manera fácil y sencilla en la que se coloca en dos dedos de cualquier mano dejando bastante libertad al usuario en su movilidad y no incomodándolo tanto. Por otra parte el sensor EMG es complicado de colocar correctamente en los músculos, dependiendo de cuál músculo se requiera tomar la lectura puede llegar a ser incómodo usarlo al usuario. Además de que es el

sensor en el que menor calidad de datos se obtiene, debido a que si no se coloca bien desde el inicio la información será incorrecta.

Con respecto a las emociones mayormente detectadas con los sensores se destacan las de Felicidad, Tristeza y estado neutro. Esto es porque de acuerdo a las técnicas que se utilizaron es fácil clasificar las emociones de acuerdo a su valencia, ya sea positiva, negativa o neutra, y la intensidad o nivel de excitación es más compleja de detectar y no en todos los trabajos se aplicó.

Algunas de las técnicas que se destacan y se aprecia de forma clara la tendencia a usar, son algoritmos de clasificación como “Vecino más cercano (KNN por sus siglas en inglés)” y las “Máquinas de Soporte Vectorial (SVM por sus siglas en inglés)”. Estos algoritmos lo que hacen de forma general es tomar una muestra de los datos grabados de los sensores y revisar a que emoción corresponde esa muestra. El algoritmo KNN es de los más sencillos y rápidos cuando se trata de realizar una clasificación que no es tan extensa, es decir que no tiene muchas opciones para clasificar los datos. Como se revisó en las emociones, solo eran usadas comúnmente tres, es por ello que en el algoritmo solo se clasificaría información con respecto a estas tres emociones (Felicidad, Tristeza y estado neutro). Cuando una clasificación es más extensa por ejemplo, si se tratará de clasificar a todas las especies marinas del mundo, el algoritmo KNN sería deficiente porque habría muchas opciones para clasificar a las especies (delfines, ballenas, tortugas, tiburones, etcétera). El algoritmo SVM es más complejo en su estructura que el KNN, por este motivo se puede llegar a tardar más tiempo en realizar una clasificación, sin embargo el algoritmo SVM es más eficiente que el KNN cuando la información a clasificar es más grande o cuando hay diferentes opciones para clasificar.

Después de revisar los algoritmos y los trabajos, se encontró que la tendencia surge porque con estos dos algoritmos KNN y SVM se tienen dos puntos de referencia al usar un algoritmo sencillo y rápido como lo es KNN, para entonces compararlo en cuestiones de eficiencia y eficacia con uno más complejo que es SVM.

## CONCLUSIONES

Se concluye que existen diferentes combinaciones de sensores biométricos que se pueden usar para experimentar, sin embargo, no hay una combinación definida en la que se obtenga el mejor porcentaje de éxito. También se notó que se usan varias características obtenidas de la información fisiológica, pero no es común que se apliquen técnicas de reconocimiento de patrones para obtener las características más relevantes y cuáles en realidad no aportan nada en la detección de una emoción.

Casi ningún trabajo menciona el tiempo que se tardan las herramientas al procesar los datos, y esto ocasiona que no haya una herramienta que sea sobresaliente como la mejor para realizar un estudio.

En el trabajo futuro de la investigación se pretende desarrollar un algoritmo que permita identificar una emoción o estado cognitivo a través de los sensores GSR, ECG y EEG, así como usar una técnica de reducción de características para mejorar la velocidad de procesamiento de los datos. Se pretende usar el

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

lenguaje de programación python, así como el software de Lenguaje R y Weka para realizar la clasificación.

## AGRADECIMIENTOS

La investigación del autor está soportada actualmente por el Tecnológico Nacional de México/Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (TecNM/CENIDET) proyecto no. 6373.18-P y por el Conejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

## REFERENCIAS

[1] Ekman, P., Levenson, R. W., and Friesen, W. V. Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science* 221, 4616 (1983), 1208-1210.

[2] Iliia Shumailov, Hatie Gunes (2017). Computational Analysis of Valence in Virtual Reality Gaming using Lower Arm Electromyograms. (Agosto, 31, 2018). ResearchGate. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/320065042\\_Computational\\_Analysis\\_of\\_Valence\\_and\\_Arousal\\_in\\_Virtual\\_Reality\\_Gaming\\_using\\_Lower\\_Arm\\_Electromyograms](https://www.researchgate.net/publication/320065042_Computational_Analysis_of_Valence_and_Arousal_in_Virtual_Reality_Gaming_using_Lower_Arm_Electromyograms)

[3] Daniela Girardi, Filippo Lanubile, Nicole Novielli (2017). Emotion Detection Using Noninvasive Low Cost Sensors. (Agosto, 31, 2018). ResearchGate. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/319235469>

[4] José Laparra Hernández (2008). EMG and GSR signals for evaluating user's perception of different types of ceramic flooring. (Agosto, 31, 2018). ResearchGate. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/245095584\\_EMG\\_and\\_GSR\\_signals\\_for\\_evaluating\\_user's\\_perception\\_of\\_different\\_types\\_of\\_ceramic\\_flooring](https://www.researchgate.net/publication/245095584_EMG_and_GSR_signals_for_evaluating_user's_perception_of_different_types_of_ceramic_flooring)

[5] Değer Ayata, Yusuf Yaslan, Mustafa Kamaşak (2016). Emotion Recognition via

Random Forest and Galvanic Skin Response: Comparison of Time Based Feature Sets Window Sizes and Wavelet Approaches. (Agosto, 31, 2018). IEEE. doi: 10.1109/TIPTEKNO.2016.7863130 Obtenido de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7863130/>

[6] Hornero, R., Corralejo, R., & Álvarez, D. (15 de Junio de 2016) *Fundación General CSIC*. Obtenido de [http://www.fgcsc.es/lychnos/es\\_es/articulos/Brain-ComputerInterface](http://www.fgcsc.es/lychnos/es_es/articulos/Brain-ComputerInterface)

[7] Giovanni Dimas Prenata, Evi Septiana Pane, Adhi Dharma Wibawa y Mauridhi Hery Purnomo (2017). Analysis of negative emotion using HRV based ECG signal of elder people. *IEEE*. 444-449. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8285547/> (24 de Mayo de 2018)

[8] Lee Goldman y Andrew Schafer (2016). *GOLDMAN'S CECIL MEDICINE*. 25th ed. Philadelphia, *Elsevier Saunders*. Capítulo 54. Página 271. Recuperado de: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=8y7nLY\\_5PFEC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Ganz+L.+Electrocardiography.+In:+Goldman+L,+Schafer+AI,&ots=c-26w\\_mVed&sig=IB4yY6leO-gwUHmyrryNNfqOYgA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=8y7nLY_5PFEC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Ganz+L.+Electrocardiography.+In:+Goldman+L,+Schafer+AI,&ots=c-26w_mVed&sig=IB4yY6leO-gwUHmyrryNNfqOYgA#v=onepage&q&f=false) (25 de Mayo de 2018)

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Clasificación de eventos neuronales de una sola prueba provenientes de un EEG de características médicas.

Mc. Aldave Rojas Isaac

Alberto

Instituto Tecnológico Superior de  
Ciudad Serdán

Av. Instituto Tecnológico S/N

Col. La Gloria Ciudad Serdán,  
Puebla México.

+52 245 452 1834 Ext 124

ialdave@tecserdan.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este documento se presentan los resultados del procedimiento de captura y posterior análisis de señales neurológicas, utilizando un electroencefalógrafo (EEG) de calidad médica, con el fin de identificar y clasificar de los estados de relajación y tensión (real o Imaginaria) de los músculos flexores derecho e izquierdo, situado entre los dedos pulgar e índice de la mano. Utilizando como herramienta de entrenamiento un electromiograma que identifica de forma precisa el inicio y duración de cada uno de los eventos que se pretenden identificar. Utilizando para la identificación de los eventos particulares el algoritmo de patrones espaciales comunes (CSP Common Spatial Patterns) y distintos algoritmos de clasificación.

### ABSTRACT

This document presents the results of the procedure of capture and subsequent analysis of neurological signals, using a medical grade electroencephalograph (EEG), in order to identify and classify the states of relaxation and tension (real or imaginary) of the muscles. Right and left flexors, located between the thumb and forefinger of the hand. Using an electromyogram as a training tool that accurately identifies the start and duration of each of the events that are intended to be identified. Using the

algorithm of common spatial patterns (CSP Common Spatial Patterns) and different classification algorithms for the identification of particular events.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 **Human-centered computing:** Human computer interaction (HCI), Accessibility design and evaluation methods. Computación centrada en el Humano: Interacción humano-Computadora (HCI), accesabilidad, Diseño y métodos de evaluación

### Términos Generales

Interfaz humano Computadora, clasificación de eventos, Comparación de procedimientos.

### Palabras clave

“Interfaz humano Computadora”, “Algoritmo Wavelet” “Clasificación de eventos”.

### Keywords

"Computer Human Interface", "Wavelet Algorithm" "Classification of Events".

### INTRODUCCIÓN

El análisis de señales y la búsqueda de patrones es un campo que ha aportado grandes avances a las ciencias computacionales, vinculándola de manera especial con las distintas áreas de investigación, en el caso específico del análisis de las señales cerebrales se ha utilizado principalmente en el diagnóstico de padecimientos psiquiátricos y psicológicos. Sin embargo, existen otras ramas aparte del diagnóstico que se han estado explotando por medio de la interacción de estas ciencias como son el desarrollo de interfaces cerebro computadora (BCI Brain-Computer Interfaz) las cuales han apoyado la generación de múltiples aplicaciones para el apoyo de personas con y sin limitaciones físicas en diferentes tareas de la vida cotidiana.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Este trabajo presenta un método de análisis y clasificación de señales EEG, Utilizando patrones de la señal que se generan en respuesta a estímulos físicos de las extremidades superiores proponiendo un algoritmo para la extracción de características discriminantes del EEG basado en la transformada de Wavelet.

Este Artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 describe la información de las señales EEG describiendo sus características, su clasificación funcional respecto a su interpretación dependiendo de su estado de actividad y los artefactos de la señal provenientes del cuerpo y/o del medio de captura. La sección 3 describe brevemente los algoritmos utilizados para el análisis de las señales neuronales que son la transformada Wavelet y los Patrones Espaciales Comunes (CSP Common Spatial Patterns), La sección 4 El proceso de experimentación y los resultados obtenidos con el método propuesto. La sección 5 presenta las conclusiones de los datos analizados y se presentan posibles líneas de investigación para la continuidad de estos resultados.

### SEÑALES EEG Y SU OBTENCIÓN.

El cerebro es el órgano principal del sistema nervioso central el cual está formado por dos hemisferios que están conectados por una masa de sustancia blanca denominada cuerpo calloso, se estima que el cerebro humano contiene entre 50000 y 100000 millones de neuronas, Ambos hemisferios contienen estructuras idénticas, en cada hemisferio cerebral se distinguen cuatro lóbulos: Frontal, Parietal, Occipital y Temporal, estas divisiones se realizan por conveniencia ya que desde el punto de vista funcional las fibras nerviosas cruzan libremente los límites. (Sanei y Chambers, 2007). La actividad en el SNC se refiere principalmente a las corrientes sinápticas transferidas entre las uniones, llamadas sinapsis, de los axones-dendritas o dendritas-dendritas.

A la información transmitida por un nervio se le llama potenciales de acción (AP). Los AP son causados por el intercambio de iones a través de la membrana neuronal el cual es un intercambio temporal en el potencial de la membrana neuronal el cual es un cambio temporal en el potencial de la membrana que se transmite a lo largo del axón.

Una señal EEG es una medición de las corrientes que fluyen durante excitaciones sinápticas de las dendritas de muchas neuronas piramidales de la corteza cerebral, cuando las neuronas se activan las corrientes sinápticas se producen dentro de las dendritas. Esta corriente genera un campo magnético medible por máquinas de electromiograma (EMG) y un campo eléctrico secundario sobre el cuero cabelludo que es medible por los sistemas EEG.

Las señales adquiridas del EEG de un ser humano pueden ser utilizadas para la investigación de los siguientes problemas clínicos (Teplan, 2002), (Bickford, 1987):

- (a) El Estado de Alerta, de seguimiento, coma y muerte cerebral.
- (b) La localización de las áreas de daño después de lesión de la cabeza, apoplejía y tumores.
- (c) Probar las vías aferentes

- (d) El compromiso en el seguimiento cognitivo
- (e) El control de la profundidad de anestesia
- (f) La investigación de la epilepsia y la localización de origen de incautación

El electroencefalograma es una técnica funcional descubierta por Berger's en 1929 que registra la actividad eléctrica del cerebro a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo. Es una técnica que se sigue utilizando hasta nuestros días por su potencial para medir la actividad cerebral en tiempo real. La mayor parte de las investigaciones en esta área se han realizado en lo que se denomina el "problema in-verso" que trata de identificar el foco de origen de la señal capturada, y a dando lugar al nacimiento de múltiples algoritmos para intentar resolverlo. (Bärbel Hüsing, 2006)

Los registros eléctricos tomados del cuero cabelludo no solo contienen actividad cerebral EEG sino que también contiene actividades eléctricas de origen no-cortical, siendo el movimiento de los ojos y el parpadeo la mayor fuente de contaminación (Artefactos) en EEG a causa de que ocurren muy frecuentemente en los potenciales capturados del cerebro sobre el cuero cabelludo.

El punto crítico en el procesamiento de señales EEG es la necesidad de un tratamiento cauteloso y la reducción de los artefactos que contaminan las señales EEG que pueden llevar a resultados y conclusiones erróneas.

Una interfaz cerebro computadora (BCI) es un sistema de comunicación que permite a los usuarios controlar dispositivos externos con la actividad cerebral, que no depende de las vías de salida normales del cerebro, como son los nervios periféricos y los músculos (Wolpaw, 2002), (Blankertz, 2006).

En el diseño de sistemas BCI, un enfoque común es pedirle al usuario lleve a cabo tareas que se sabe produce en actividad cerebral distinguible en la mayoría de las personas (Lehtonen, 2008), y la tarea que implica la clasificación del movimiento de los dedos, debido a su simplicidad ha sido estudiado por múltiples investigadores (Lehtonen, 2008) (Blankertz, 2003). Para la tarea de clasificación del movimiento del dedo, la mayoría de los trabajos extraen las características de los potenciales relacionados con el movimiento (PLM).

El análisis convencional relacionado con tareas de movimiento requiere del entrenamiento del sujeto para controlar sus ritmos cerebrales durante un periodo largo del tiempo o un promedio de múltiples ensayos para mejorar la señal del EEG. Otro enfoque consiste en detectar los patrones relacionados al movimiento en un único ensayo, el cual ha atraído la atención cada vez más debido a su simplicidad y corto tiempo de respuesta. La relación de señal/ruido (SNR) del único ensayo EEG es bastante baja, y por lo tanto gran cantidad de algoritmos basados en este procedimiento se están investigando.

La capacidad de identificar ciertos movimientos para que sean detonantes para otros eventos es un problema de gran importancia en el área de creación de interfaces cerebro computadora (BCI) así también el realizar con esta identificación una serie de tareas para las cuáles el usuario podría no estar apto para ejecutarlas de forma presencial o

natural, ya sea por el riesgo de la tarea o por tener alguna discapacidad motora.

La correspondencia entre los patrones EEG y las acciones computarizadas constituye un problema de aprendizaje artificial en la forma en que la computadora pueda aprender como reconocer los patrones EEG a partir de una fase de entrenamiento, donde el sujeto es conminado a realizar determinadas actividades capturando su registro mental y con estos por medio de algoritmos computacionales se extraen los patrones EEG asociados.

La detección y separación de las señales de control desde las un EEG sin pre procesar es el objetivo principal. Los eventos relacionados a las señales fuente pue-den ser caracterizadas a partir de una señal independiente o grupos de ellas.

Las áreas descritas en el cerebro normalmente se conocen como áreas de Brodmann. En sus estudios Brodmann consideró cuatro tipos de funciones específicas:

Funciones sensitivas, funciones motoras, áreas supresoras y áreas de asociación.

## ALGORITMOS PARA EL ANÁLISIS DE EEG

El análisis de componentes independientes (PCI) es una extensión útil del análisis de componentes principales (PCA) que fue desarrollado en el contexto de la separación de fuentes ciegas (Jutten y Herault, 1991), (Comon, 1994). En PCA, los vectores propios de la matriz de covarianza de la señal  $C=\{xx^T\}$  representan la dirección de la mayor varianza en los datos de entrada  $x$  (todos los vectores son vectores columna).  $T$  denota la operación transpuesta. Los componentes principales encontrados mediante la proyección de  $x$  sobre los vectores perpendiculares de la base no están correlacionados, y sus direcciones son ortogonales.

Sin embargo, el PCA estándar no es adecuado para tratar con datos no Gaussianos. La decorrelación entre un conjunto de vectores, es un requisito previo necesario para la independencia estadística, no siempre es un sinónimo para ello. Varios autores han demostrado que la información obtenida a partir de un método de segundo orden como el PCA no es suficiente y las estadísticas de orden superior son necesarias cuando se trata de la restricción más exigente de la independencia (Karhunen y Joutsensalo, 1997), (Jutten y Herault, 1991), (Comon, 1994), (Bell y Sejnowski, 1995), (Delfosse y Loubaton, 1995).

En la separación de fuentes ciegas, las fuentes independientes originales se suponen desconocidas, y sólo se tiene acceso a la suma ponderada. La figura 1 representa un diagrama de bloques del procedimiento para la identificación (y posible eliminación) de los artefactos del EEG, utilizando un modelo de componente independiente. En este modelo, las señales grabadas en un estudio del EEG (EOG incluidos), se denota como  $x_k(i)$  ( $i$  varía de 1 a  $L$ , el número de electrodos utilizados, y  $k$  denota tiempo discreto). Cada  $x_k(i)$  expresa la suma ponderada de  $M$  señales independientes  $s_k(j)$ , mediante la siguiente expresión mostrada en la ecuación:

$$x_k(i) = \alpha_{i1}s_k(1) + \alpha_{i2}s_k(2) + \dots + \alpha_{iM}s_k(M)$$

o en forma más compacta

$$x_k = \sum_{i=1}^M \alpha(i)s_k(i) = AS_k$$

Donde  $x_k = [x_k(1), \dots, x_k(L)]^T$  es un vector de longitud  $L$ , formado por la mezcla de  $L$  en el instante de tiempo  $K$ . En la ecuación anterior  $s_k(1); \dots; s_k(M)$  con  $M$  ceros con señales de fuentes independientes y  $A = [\alpha(1), \dots, \alpha(M)]$  es una matriz de mezcla constante cuyos elementos  $a_{ij}$  son los coeficientes desconocidos de las mezclas. El procedimiento de captura y análisis se muestra en la figura 1.

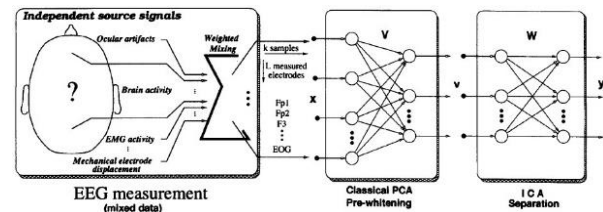


Figura 1. Proceso de captura de un EEG y análisis por medio de ICA (Vigário, 1997).

## Descomposición de paquetes Wavelet

La descomposición de paquete wavelet (WPD) se extiende a partir de la descomposición wavelet (WD). Esta incluye múltiples y diferentes bases que muestran el desempeño de la clasificación de diferentes frecuencias (cubre desde las cortas hasta las altas) de la descomposición con respecto al tiempo/frecuencia (J.Z. Xue, 2003a). La descomposición wavelet divide la señal original en dos subespacios,  $V$  y  $W$ , que son ortonormales, complementarios entre sí, donde  $V$  es el espacio que incluye la información de baja frecuencia de la señal original y  $W$  incluye la información de alta frecuencia. WPD conduce a un árbol wavelet completo de paquetes, donde  $U_{j,n}^i$  es el  $n$ -ésimo ( $n$  es el factor de frecuencia,  $n = 0; 1; 2, \dots, 2^{j-1}$ ) subespacio de paquetes wavelet en la escala  $j$ -ésimo, y  $U_{j,k}^n(t)$  es su base ortonormal correspondiente, donde  $U_{j,k}^n(t) = 2^{-j/2}u^n(2^{-j}t - k)$  ( $k$  es el factor de desplazamiento).

Hay cuatro tipos de representaciones de entidades de WPD.(M. Fatourechi, 2004), (A. Kübler, 2000), (J.Z. Xue, 2003b).

1. Descomposición de coeficientes parciales: no tienen un sentido teórico claro y describe claramente el carácter de la señal EEG, es lo fundamental de la representación de características.
2. La información estadística de los coeficientes wavelet: como sub-banda promedio, el número de puntos de cruce con cero, el cálculo es simple y la dimensión del espacio de características es baja.
3. Sub-bandas de energías: puede reducir la dimensión del espacio de características, pero no proporciona la información en el dominio del tiempo.
4. Modos de transformación de los coeficientes: por ejemplo, la matriz de coeficientes puede ser procesada por la transformación lineal o no lineal, tal como PCA,

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

SVD (descomposición de valor singular), ICA, y otras técnicas de proyección.

En la actualidad, la extracción de características basada en la transformada wavelet para EEG espontáneo retira directamente los coeficientes en las bandas de frecuencia deseadas de acuerdo al conocimiento previo. Sin embargo, el mecanismo de producción de EEG es muy complicado y la exactitud de los conocimientos previos no se pueden adquirir fácilmente. Como la información combinada en el dominio de tiempo y frecuencia puede proporcionar características más completas, y estas características deben ser lo más simple y clara posibles, entonces combinan el promedio de los coeficientes parciales con las energías de sub-bandas para obtener el vector de características óptimo, y la regla de selección se basa en el criterio de la distancia de Fisher.

## Patrones espaciales comunes (CSP)

Los patrones espaciales comunes (CSP) es el método sugerido en primer lugar para la clasificación de EEG multicanal durante los movimientos imaginarios de la mano por Ramoser et al. (Ramoser y Pfurtscheller, 2004).

La idea principal es utilizar una transformación lineal para proyectar los datos multicanal del EEG en un subespacio de baja dimensión espacial con una matriz de proyección, de la que cada fila consiste de los pesos para los diferentes canales. Esta transformación puede maximizar la varianza de matrices de señales de dos clases. El método CSP se basa en la diagonalización simultánea de las matrices de covarianza de ambas clases.

Esta herramienta se ha utilizado con éxito en la estimación de la función de interfaces cerebro-computadora (BCI). Sin embargo, CSP es sensible a los valores atípicos y puede dar lugar a resultados pobres ya que se basa en la combinación de las matrices de covarianza de los ensayos.

Para una estimación adecuada de la precisión de la clasificación promedio, el conjunto de datos de cada sujeto es dividido en conjuntos de datos de entrenamiento y de prueba. El conjunto de entrenamiento es utilizado para calcular el clasificador que será utilizado para clasificar el conjunto de prueba.

## DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO Y OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Los datos analizados en este trabajo vienen de dos fuentes, un dataset descargado de internet el cuál se describe más adelante y datos propios capturados con equipo de especificación médica utilizando la configuración 10-20 estándar en la colocación de los electrodos.

La captura de los datos propios para los experimentos se realizó en dos sesiones tomando 3 muestras en total, en el siguiente ambiente para garantizar las mejores condiciones posibles en el proceso de captura. Dentro un cuarto oscuro libre de ruidos externos, se toma una muestra con duración de un minuto en estado de reposo y con los ojos cerrados la cual sirve como referencia, seguida de series de repeticiones para la primera muestra con 10 segundos de presión opositora de los dedos índice y pulgar de cada mano sin intercalado, con 5 segundos de

descanso entre presiones como se muestra en la figura 2. Mientras que para la segunda y tercera muestra 20 repeticiones de presión con descansos en un rango entre 2 y 5 segundos.

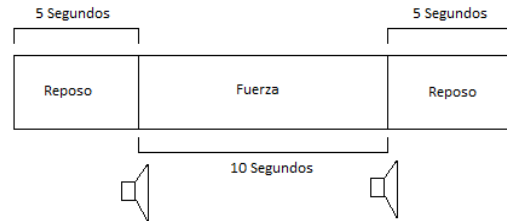


Figura 2 Descripción del experimento

Las capturas se realizaron con un equipo de especificación médica con electrodos de níquel fijados con pasta conductora previa medición craneal, limpieza con alcohol y exfoliación del punto de contacto el montaje utilizado en todas las capturas fue monopolar referenciado siguiendo el estándar 10-20 en los puntos FP1, FP2, F7, F3, FZ, F4, F8, T7, C3, CZ, C4, T8, P7, P3, PZ, P4, P8, O1 y O2, más dos electrodos colocados en los lóbulos de las orejas que tienen la función de tierra referencial en el proceso de captura. Además, se realizó un electromiograma de forma paralela utilizando los electrodos 26, 27, 28 y 29 los electrodos 26, y 28 se colocaron en el primer músculo interóseo dorsal (first dorsal interosseous muscle FDI) derecho e izquierdo, mientras que los electrodos 27 y 29 en los músculos flexor derecho e izquierdo respectivamente, como se observa en la figura 3 las señales procesadas fueron pre filtradas por un filtro pasabanda entre 0.3 y 50 Hz.

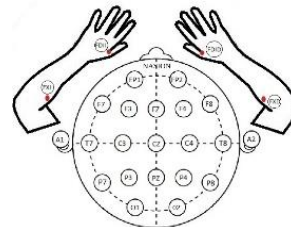


Figura 3. Montaje monopolar referenciado 10-20 con músculos interóseo dorsal y flexor para la captura de datos propios.

El individuo se sienta cómodamente en el cuarto oscuro con los ojos cerrados en forma relajada, antes del inicio de la captura de los datos se le informa que el experimento consiste de 5 segundos en posición relajada y al término de ellos escuchará una señal auditiva para que realice el movimiento de oposición de los dedos pulgar e índice, primero de la mano izquierda por nueve repeticiones durante 10 segundos, al término de los cuales recibirá la misma señal auditiva, para indicar el cambio de mano después de la última captura recibirá una señal auditiva diferente que señala el relajamiento. Podemos observar una muestra de las señales obtenidas del EEG en la figura 4 mientras que en la figura 5 presentamos el electromiograma.

Con el fin de probar los diferentes algoritmos y tener una mayor cantidad de datos (debido a limitaciones en el uso del electroencefalógrafo) se buscó un dataset que estuviese avalado tanto en el proceso de captura, en el tipo de experimento que se

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

está realizando y que se describiera el proceso de captura de la información; este es el dataset\_IV b de la BCI Competition III el cuál fue proporcionado por “Fraunhofer FIRST, Intelligent Data Analysis Group (Klaus-Robert Müller, Benjamin Blankertz), and Campus Benjamin Franklin of the Charité - University Medicine Berlin, Department of Neurology, Neurophysics Group (Gabriel Curio)”. Los datos de entrenamiento contienen 2 clases de movimientos imaginarios de un sujeto, mientras que los datos de test son un EEG continuo. El reto del concurso era proporcionar las salidas clasificadas para cada punto de tiempo, aunque los competidores desconocen los momentos en que la señal cambia, los datos contienen 2 clases con captura de 118 canales EEG con una tasa de muestreo de 1000 Hz. con 210 ensayos de entrenamiento y 12 minutos de EEG para la prueba.

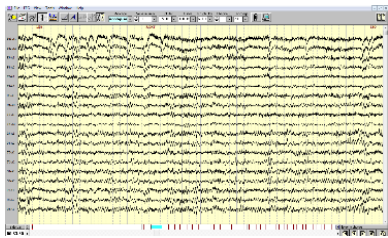


Figura 4. Sección del electroencefalograma capturado

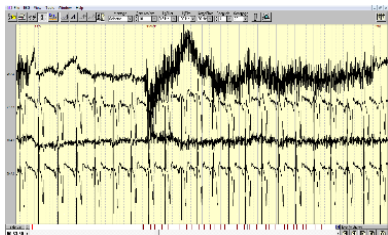


Figura 5. Sección del electromiograma

Este conjunto de datos se registró a partir de un sujeto sano sentado cómodamente en un sillón con los brazos apoyados sobre los reposabrazos. Este conjunto de datos contiene sólo los datos de las 7 sesiones iniciales sin retroalimentación. Las 3 primeras sesiones se dan con etiquetas como conjunto de entrenamiento. Las indicaciones visuales revelan durante 3.5 segundos los movimientos imaginarios los siguientes 3 segundos el sujeto debe realizar el movimiento indicado: (L) la mano izquierda, (F) pie derecho, (Z) lengua (= Zunge en alemán). La presentación de las señales se interrumpe una vez por períodos de duración aleatoria, 1.75 a 2.25 segundos, en el que el sujeto podía relajarse. Las señales EEG continuas de las sesiones 4 a 7 se dan sin ninguna señal de información (sin la clase a la que pertenecen ni el tiempo en el que ocurren) como conjunto de prueba. En estas sesiones las clases de objetivos a la izquierda, los pies y relajarse fueron ordenados por estímulos acústicos durante períodos de duración variable entre 1.5 y 8 segundos.

Los datos obtenidos con el electroencefalógrafo se transforman al formato de Matlab (\*.mat) almacenándose en un arreglo denominado “Datos”, este arreglo se guarda dentro de los archivos: “DatosS0”, “DatosS1” y “DatosS2”.

De estos tres archivos se tomaron los canales correspondientes al electromiograma 26 al 29, de los cuales se realizó el análisis Wavelet tal y como se describe a continuación para identificar los episodios de actividad motora en cada uno de los experimentos.

Las señales completas capturadas del electromiograma del músculo primero interóseo dorsal tanto izquierdo como derecho se muestran en las figuras 6 y 7 y estas señales provienen del archivo “DatosS0” que se utilizará para ejemplificar el procedimiento realizado.

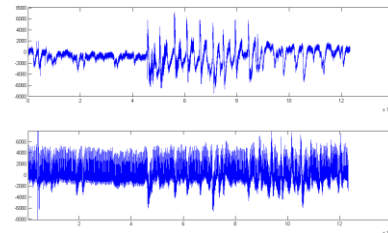


Figura 6. Electromiogramas de los músculos primero interóseo dorsal restada la señal del músculo flexor derecho e izquierdo respectivamente.

Para conocer el grado de certidumbre de la clasificación realizada se comparan éstos con una plantilla proporcionada por el mismo laboratorio de los eventos existentes en la señal, obteniendo un valor de error en la clasificación cercano al 13%.

La primera prueba consiste en obtener el número de eigenvectores que permiten alcanzar el mejor rendimiento para esta colección de datos para comprobarlo se escribió un script de tal forma que se fueran variando el número de eigenvectores a devolver desde 2, que es el mínimo posible, hasta 118, máximo posible para este dataset, y mostrando sus valores correspondientes en una gráfica la cual se observa en la figura 7.

Figura 7 Variación en el porcentaje de error del EEG del data set variando el número de eigenvectores para la conformación del espacio de decisión.

Así encontramos que 18 eigenvectores es el número óptimo obteniendo un error de 11.87% es decir un 88.13% de precisión en el reconocimiento de las señales, el peor valor se obtiene cuando tomamos todos los eigenvectores generados por el entrenamiento con un error cercano al 18.63% es decir una precisión del 81.37 %.

Esto se logró escribiendo un scrip que comparara los valores de error con diferentes montajes cuando se varían los eigenvectores desde 2 hasta el máximo permitido por la configuración de los canales de captura, (el mayor número par del montaje estudiado). La selección de esta configuración se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios: Configuración motora. - se eligió con base en que al imaginar o realizar un movimiento ésta es el área del cerebro responsable de las acciones, se corresponde con los números 4 y 6 del mapa de Brodmann. Esta configuración se observa en la figura 8.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

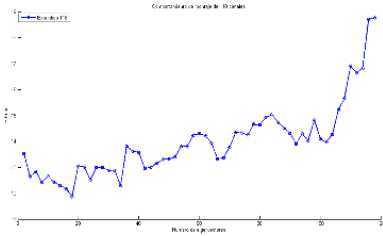


Figura 8 Localización de los electrodos del montaje del área motora.

Configuración Emotiv.- se eligió con base en que es un dispositivo utilizado recientemente para el desarrollo de aplicaciones BCI, con lo cual se quiso comprobar esta configuración para ver qué tanto nos ayudaría para el tipo de ejercicios que se proponen en los objetivos.

Configuración frontal.- se buscó una configuración que según la teoría no tuviera que ver con las funciones motoras, eligiendo para ello el área frontal y con ello verificar la veracidad de dicha aseveración.

Configuración 10-20.- es la configuración estándar para la captura de electroencefalogramas por ello se eligió como base del estudio o señal control.

Configuración occipital.- al igual que la configuración frontal, esta configuración nos sirve para identificar la veracidad de las áreas cerebrales descritas por Brodmann en cuanto a la distribución de las funciones cerebrales.

Las gráficas resultantes para estas configuraciones variando el número de eigenvectores desde 2 hasta 14, número de canales de la configuración Emotiv, se muestra en la figura 9.

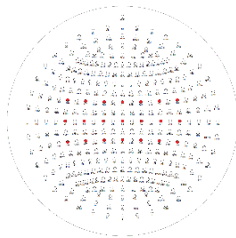


Figura 9. Análisis CSP de diferentes configuraciones de electrodos, variando el número de base de eigenvectores.

## CONCLUSIONES

El estudio de las señales provenientes del cerebro, pese a todos los avances realizados hasta el momento, es uno de los temas de investigación donde se requiere mayor desarrollo de los sistemas computacionales con el fin de lograr algoritmos que puedan ayudar a interpretar, desde distintas perspectivas, los deseos o necesidades de los humanos para lograr distintos grados de interacción con ambientes reales o virtuales considerando las distintas capacidades físicas o mentales de los individuos.

El algoritmo que se estudió en este trabajo es CSP que entrega resultados superiores al 70% de los casos en lo que se refiere a la identificación de eventos motores, lo cual permite obtener un

amplio rango para su mejora. Este algoritmo sin embargo tiene la desventaja de sólo poder discernir entre dos estados, dejando de lado otros eventos realizados durante la captura y clasificándolos erróneamente como uno de los estados definidos.

El poder realizar una clasificación multieventos es una tarea sobre la cual apenas se empieza a realizar investigación con este algoritmo, lo cual deja un amplio margen para trabajos futuros.

En este trabajo se muestra que para la identificación de dos eventos contenidos en señales electroencefalográficas, el algoritmo CSP ofrece mejores resultados que los otros algoritmos tradicionales comúnmente utilizados. Esto se muestra por medio de una prueba de clasificación de los eventos del dataset, con 8 algoritmos clásicos con la ayuda de la herramienta Weka observando que los resultados no superaban el 55% de elementos correctamente identificados en los mejores casos.

Se desarrolló un proceso semiautomático que permite identificar los eventos motores existentes en una señal electroencefalográfica, tomando como referencia una captura paralela de un electromiograma, y el análisis Wavelet.

Con respecto a los datos propios se comprobaron varias aseveraciones descritas en la literatura, tales como:

Para que el entrenamiento de un dispositivo del tipo BCI sea válido, se deben verificar las acciones a clasificar de forma inmediata, ya que las ondas cerebrales son dependientes no sólo del individuo, sino del estado de ánimo y otros factores que cambian con respecto al tiempo, tal y como se observó con los resultados de la clasificación de las capturas del mismo sujeto con un periodo de aproximadamente 3 meses de diferencia.

Las señales provenientes del cerebro son diferentes entre individuos, esto se ve claramente al intentar clasificar los eventos entre individuos diferentes.

La transformada Wavelet es una buena herramienta para el reconocimiento de eventos motores diferenciándolos a partir de cambios en la amplitud y frecuencia de la señal.

## REFERENCIAS

- [1] A. Kübler, T. H., N. Ghanayim. The thought translation device (ttt) for completely paralyzed patients. IEEE Trans. Rehab. Eng., 2000.
- [2] Bell, A. y Sejnowski, T. An information-maximization approach to blind separation and blind deconvolution. Neural Computation, 1995.
- [3] Bickford, R. D. Encyclopedia of neuroscience. G. Adelman, Birkhauser, 1987.
- [4] Blankertz, e. a., B. The bci competition iii: Validating alternative approaches to actual bci problems. IEEE Transaction on Neural System and Rehabilitation Engineering, 2006.
- [5] Bärbel Hüsing, B. T., Lutz Jäncke. Impact assessment of neuroimaging. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich, 2006.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [6] C.A. Joyce, M. K., I.F. Gorodnitsky. Automatic removal of eye movement and blink artifacts from eeg data using blind component separation. *Psychophysiology*, 2004.
- [7] Comon, P. Independent component analysis - a new concept? *Signal Processing*, 1994.
- [8] Delfosse, N. y Loubaton, P. Adaptive blind separation of independent sources: a deflation approach. *Signal Processing*, 1995.
- [9] G. Barbati, F. Z. P. R. F. T., C. Porcaro. Optimization of an independent component analysis approach for artifact identification and removal in magnetoencephalographic signals. *Clin. Neurophysiol.*, 2004.
- [10] J.J.M. Kierkels, L. V., G.J.M. van Boxtel. A model-based objective evaluation of eye movement correction in eeg recordings. *IEEE Trans. Bio-Med. Eng.*, 2006.
- [11] Jutten, C. y Herault, J. Blind separation of sources, part i: and adaptive algorithm based on neuromimetic architecture. *Signal Processing*, 1991.
- [12] J.Z. Xue, C. Z., H. Zhang. Wavelet packet transform for feature extraction of eeg during mental tasks. Presented at Proceedings of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xian, 2003a.
- [13] J.Z. Xue, C. Z., H. Zhang. Wavelet packet transform for feature extraction of eeg during mental tasks. Presented at Proceedings of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xian, 2003b.
- [14] K. B. E. Böcker, C. H. M. B. y Cluitmans, P. J. M. A spatio-temporal dipole model of the readiness potential in humans. ii. foot movement. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1994.
- [15] Karhunen, O. E. W. L. V. R., J. y Joutsensalo, J. A class of neural networks for independent component analysis. *IEEE Trans. Neural Networks*, 1997.
- [16] Lehtonen, J. P. K. L. S. M., J. Online classification of the single eeg trials during finger movements. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2008.
- [17] M. Fatourehchi, G. B., S.G. Mason. A wavelet-based approach for the extraction of event related potentials from eeg. *ICASSP*, 2004.
- [18] O.G. Lins, P. B. M. S., T.W. Picton. Ocular artifacts in recording eegs and event-related potentials ii: Source dipoles and source components. *Brain Topogr.*, 1993.
- [19] Pfurtscheller, G. y da Silva, F. H. L. Event-related eeg/meg synchronization and desynchronization: basic principles. *Clin. Neurophysiol.*, 1999.
- [20] S. Makeig, T.-P. J. T. S., A.J. Bell. Independent component analysis of electroencephalographic data. *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, 1996.
- [21] Sanei, S. y Chambers, J. *Eeg signal processing*. John Wiley and Sons, Ltd, 2007.
- [22] T.-P. Jung, M. W. J. T. E. C. T. S., S. Makeig. Removal of eye activity artifacts from visual event-related potentials in normal and clinical subjects. *Clin. Neurophysiol*, 2000.
- [23] T.D. Lagerlund, N. B., F.W. Sharbrough. Spatial filtering of multichannel electroencephalographic recordings through principal component analysis by singular value decomposition. *Clin. Neurophysiol*, 1997.
- [24] Teplan, M. Fundamentals of eeg measurements. *Measmt Sci. Rev.*, 2002.
- [25] Vigario, R. Extraction of ocular artifacts from eeg using independent component analysis. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1997.
- [26] Wolpaw, B. N. M. D. P. G. V. T., J.R. Brain-computer interface for communication and control. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2002

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Criptografía: lo clásico, lo moderno y lo cuántico Cryptography: the classic, the modern and the quantum

Héctor Julio. Fúquene Ardila.  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
+57 321 2897633  
hfuquene@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En el presente artículo se realiza una descripción de las técnicas y algoritmos que se han utilizado para la encriptación de información, partiendo de las técnicas más antiguas (*criptografía clásica*) que se emplearon como son la sustitución y permutación las cuales tuvieron que ser modificadas o cambiadas con el advenimiento de la computación y la informática dando paso a la *criptografía moderna*; estas técnicas utilizan algoritmos mucho más robustos como (DES, TDES, RSA, etc), los cuales garantizan un alto grado de privacidad. En nuestros días, la computación se enfoca en la aplicación de todos los postulados de la mecánica cuántica para el almacenamiento, procesamiento, gestión y transferencia de información, para lo cual se vale del uso de computadores cuánticos y de la computación cuántica, paralelo a esto, se desarrolla el concepto de *criptografía cuántica* que utiliza postulados como el entrelazamiento cuántico, la no clonación y la teleportación o teletransportación cuántica. En la actualidad los algoritmos cuánticos con más reconocimiento son el algoritmo de Shor (para factorizar números primos), el algoritmo de búsqueda no estructurada de Grover, entre otros.

### ABSTRACT

In the present article a description of the techniques and algorithms that have been used for information encryption is made, starting from the oldest techniques (classical cryptography) that were used as substitution and permutation;

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

which had to be modified or changed with the advent of computing and informatics (modern cryptography) by techniques that use much more robust algorithms (DES, TDES, RSA, etc.) and that guarantee a high degree of privacy. Nowadays, computing focuses on the application of all the postulates of quantum physics for the storage, processing, management and transfer of information for which it uses the use of quantum computers and parallel to this, the concept of *quantum cryptography* that uses postulates such as quantum entanglement, non-cloning and teleportation or quantum teleportation. Currently, the most recognized quantum algorithms are Shor's algorithm (to factor prime numbers), Grover's unstructured search algorithm among others.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Redes, Seguridad y Privacidad, Software, Hardware

### Términos Generales

Criptografía y Seguridad informática

### Palabras clave

Cuántica, criptografía, seguridad, cifrado, algoritmo, qubit.

### Keywords

Quantum, cryptography, security, encryption, algorithm, qubit.

### INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre ha utilizado diferentes formas de comunicarse con sus semejantes y la seguridad de estas comunicaciones cada vez requiere de mayor atención. En este artículo se pretende hacer una descripción somera de algunas de las técnicas y algoritmos utilizados en cada una de las etapas que se pueden identificar cuando se habla de encriptación de información. Se muestra como en la criptografía clásica las técnicas utilizadas eran la sustitución y trasposición; en la criptografía moderna predomina el uso de algoritmos matemáticos que demandan una gran capacidad de cómputo y que a su vez se enfrentan a problemas como el tratamiento de los errores y la generación y distribución de las claves privadas. Con la evolución de la computación y el surgimiento de la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

computación cuántica se originó este nuevo concepto que es el de criptografía cuántica, con la cual el desarrollo de algoritmos y protocolos entran a representar una nueva alternativa en el tratamiento seguro de la información. Para abordar la temática se presentan algunas definiciones con las cuales se pretende contextualizar todo lo referente a la criptografía.

## Definición de Criptografía

Para poder entender de mejor forma el término criptografía es conveniente recordar de donde procede y que involucra cada uno de los siguientes términos:

**Criptología:** Es la disciplina que se encarga al estudio de la escritura secreta, es decir estudia los mensajes que escritos de determinada manera son difíciles o imposibles de leer si no se cuenta con conocimientos específicos. La criptología se ocupa del estudio de los algoritmos, protocolos y sistemas que se utilizan para proteger información y dotar de seguridad a las comunicaciones y a las entidades que se comunican.

**Criptoanálisis:** Es la rama de la criptología que se encarga del estudio de sistemas criptográficos con el fin de identificar vulnerabilidades en estos, con el fin de romper su seguridad

**Esteganografía:** este vocablo proviene del griego esteganos “cubierto ó oculto” y graphos “escritura” y trata del estudio y aplicación de técnicas que permiten ocultar mensajes u objetos, dentro de otros objetos llamados portadores que pueden ser (videos, fotos, audios y protocolos de comunicación entre otros), de modo que no se perciba su existencia. Para descifrar un mensaje se debe tener el archivo, la clave y el software utilizado para la encriptación.

**Criptografía:** La palabra criptografía proviene del griego cryptos “oculto” y graphein “escritura”, lo podemos concebir como el ámbito de la criptología que se ocupa de las técnicas de cifrado.

Adicionalmente, la criptografía es la ciencia que resguarda documentos y datos que actúa a través del uso de las cifras o códigos para escribir algo secreto en documentos y datos que se aplica a la información que circulan en las redes locales o en internet. Definición de criptografía. (s.f). Recuperado el 23 de octubre de 2017 de: <http://conceptodefinicion.de/criptografia/>

En la figura No. 1. se muestra la temática que se abordará en este artículo.

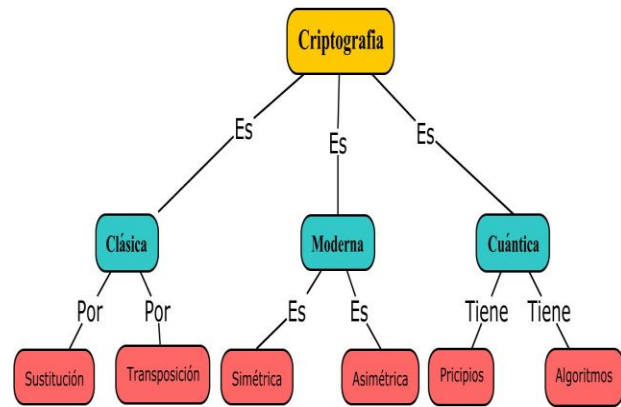


Figura N. 1: Clasificación de la Criptografía

Fuente: El autor

Para garantizar la privacidad de los datos en un sistema informático es indispensable hacer uso de algoritmos para la encriptación de los datos: técnicas como la permutación y la trasposición de los datos no son suficientes, lo cual implica la utilización de algoritmos de encriptación de información como DES (Data Encryption Standard) y RSA (Rivest, Shamir y Adleman) entre otros. Como la criptografía clásica y moderna presentan inconvenientes de seguridad, la una por su simplicidad y la segunda por la alta demanda de recursos computacionales para su establecimiento, se presenta como alternativa la criptografía cuántica basada en el desarrollo de la computación cuántica. A continuación, se presenta una descripción de las etapas por las que ha pasado la encriptación de información a través de la historia.

## Criptografía clásica

Podemos considerar la criptografía clásica o cifrado clásico como aquel que fue usado históricamente para ocultar mensajes mediante la sustitución o trasposición de letras, esto es, que hacía uso de alfabetos tradicionales (A-Z), a los cuales se les aplicaban métodos manuales o con aparatos muy simples para esconder la información. Antes de hacer una descripción muy general de los algoritmos clásicos veamos que se entiende por cifrar información:

**Cifrado:** En criptografía, el cifrado es un procedimiento que utiliza un algoritmo de cifrado con cierta clave (clave de cifrado) para transformar un mensaje, sin atender a su estructura lingüística o significado, de tal forma que sea incomprensible o, al menos, difícil de comprender a toda persona que no tenga la clave secreta (clave de descifrado) del algoritmo. Las claves de cifrado y de descifrado pueden ser iguales (criptografía simétrica), o distintas (criptografía asimétrica) o de ambos tipos (criptografía híbrida). Cifrado (Criptografía) (s.f.). Recuperado de internet el 01 de agosto de 2018. [https://es.wikipedia.org/wiki/Cifrado\\_\(criptografía\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cifrado_(criptografía))

## Sustitución y transposición

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

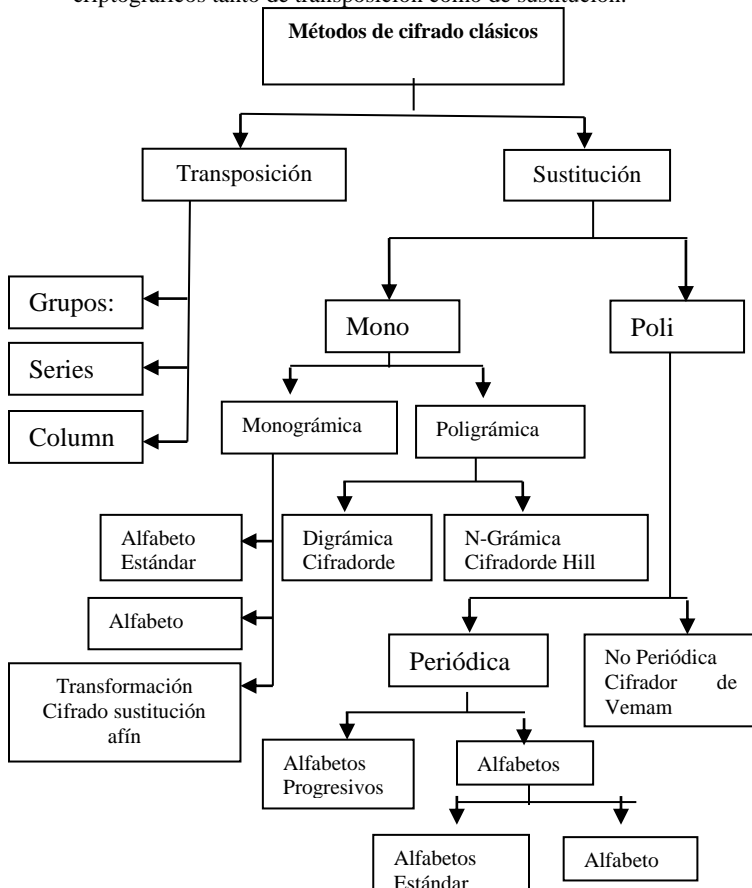
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En criptografía, el cifrado por sustitución es un método de cifrado por el que unidades de texto plano son sustituidas con texto cifrado siguiendo un sistema regular; las "unidades" pueden ser una sola letra (el caso más común), pares de letras, tríos de letras, mezclas de lo anterior, entre otros. El receptor descifra el texto realizando la sustitución inversa.

Los cifrados por sustitución son comparables a los cifrados por *transposición*. En un cifrado por transposición, las unidades del texto plano son cambiadas usando una ordenación diferente y normalmente bastante compleja, pero las unidades en sí mismas no son modificadas. Por el contrario, en un cifrado por sustitución, las unidades del texto plano mantienen el mismo orden, lo que se hace es sustituir las propias unidades del texto plano. Cifrado por sustitución. (s.f.). Recuperado de internet el 01 de agosto de 2018. [https://es.wikipedia.org/wiki/Cifrado\\_por\\_sustitución](https://es.wikipedia.org/wiki/Cifrado_por_sustitución)

## Métodos clásicos de cifrado

En la figura No.2 podemos observar los principales métodos criptográficos tanto de transposición como de sustitución.



Como ejemplo incluimos una breve descripción del cifrado César, que utiliza sustitución y su algoritmo es el siguiente:

Fuente: El autor

En criptografía, el cifrado César, también conocido como cifrado por desplazamiento, código de César o desplazamiento de César, es una de las técnicas de decodificación más simples y más usadas. Es un tipo de cifrado por sustitución en el que una letra en el texto original es reemplazada por otra letra que se encuentra un número fijo de posiciones más adelante en el alfabeto. Por ejemplo, con un desplazamiento de 3, la A sería sustituida por la D (situada 3 lugares a la derecha de la A), la B sería reemplazada por la E, etc., como se muestra en la figura No. 3.

Alfabeto Original	A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z
Alfabeto Cifrado	D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z A B C

Figura No 3. Cifrado César

Fuente: El autor

Al pasar el tiempo, estas técnicas entraron en desuso o tuvieron que complementarse con nuevos algoritmos los cuales representan una mayor dificultad a los criptoanalistas; lo anterior fue ocasionado principalmente con la invención y uso de los computadores lo cual dio origen a la criptografía moderna.

## Criptografía Moderna

La era de la criptografía moderna comienza realmente con Claude Shannon, que podría decirse que es el padre de la criptografía matemática. En 1949 publicó el artículo *Communication Theory of Secrecy Systems* in the *Bell System Technical Journal*, y poco después el libro *Mathematical Theory of Communication*, con Warren Weaver. Estos trabajos, junto con otros que publicó sobre la teoría de la información y la comunicación, establecieron una sólida base teórica para la criptografía y el criptoanálisis. Historia de la criptografía. (s.f.). Recuperado de Internet el 8 de agosto de 2018 de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_de\\_la\\_criptografía](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_criptografía)

En la figura No. 4. Se presenta un esquema en donde podemos identificar las principales técnicas de cifrado de la criptografía moderna.

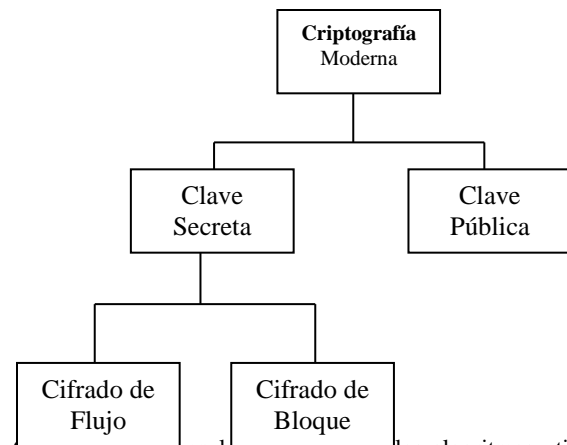


Figura No 4. Criptografía Moderna

Fuente: El autor

### Criptografía simétrica o de clave secreta

La cual, a su vez se clasifican en los que utilizan cifrado de flujo y los que utilizan cifrado de bloque. Se caracteriza por utilizar la misma clave para el proceso de cifrado y descifrado como se muestra en la figura No. 5.

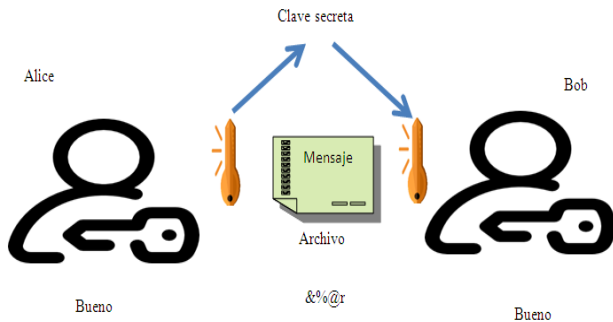


Figura No. 5 : Cifrado Simétrico  
Fuente: El autor

### Criptografía asimétrica o de clave pública

Se basa en el uso de dos claves; una pública que se difunde sin restricción a todas las personas que necesiten comunicarse y una privada que no puede ser develada nunca. Para poder transmitir o acceder a un mensaje se deben poseer las dos y estas entre sí están relacionadas, ver figura No. 6.

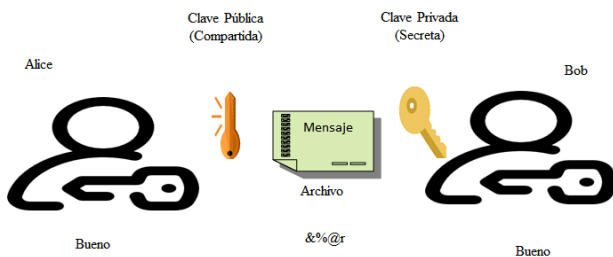


Figura No. 6 : Cifrado Asimétrico  
Fuente: El autor

Adicional a estos dos grupos se incluye un tercero con los algoritmos de Hash o de resumen

### Algoritmos Simétricos

Dentro de este grupo encontramos los siguientes: DES, 3DES, RC2, RC4, RC5, IDEA, AES y Blowfish; estos podrían considerarse como los más representativos y algunas de sus características son:

- DES (Data Encryption Standard): Se convirtió en estándar de cifrado de bloque en 1977 y utiliza clave de 56 bits que son consideradas como demasiado cortas por lo que fue reemplazado por 3DES.

- RCx: Son algoritmos de cifrado de bloque propuestos por Ron Rivest en 1989, se caracteriza por utilizar clave de longitud variable.
- IDEA (International Data Encryption Algorithm): Es un algoritmo de cifrado por bloques de 64 bits que emplea clave de 128 bits y que surgió en 1991.
- AES (Advanced Encryption Standard): Es el estándar para cifrado simétrico utilizado por NIST (National Institute of Standards and Technology) desde 2002 y que entró a reemplazar al algoritmo DES.

### Algoritmos Asimétricos

Dentro de este segundo grupo encontramos los siguientes algoritmos: Diffie-Hellman, RSA, ElGamal Criptografía de curva elíptica; algunas de sus características son:

- **Diffie-Hellman:** Este es un algoritmo de intercambio de claves y se basa en la idea de que dos interlocutores pueden generar conjuntamente una clave compartida sin que un intruso, que este escuchando la comunicación pueda llegar a enterarse. Para este fin cada interlocutor elige dos números públicos y uno privado y haciendo uso de una fórmula matemática y utilizando números primos de gran tamaño se logra mantener la privacidad de los mensajes.
- **RSA:** (Rivest Shamir Adleman): Este algoritmo fue patentado en 1983 y desde el año 2000 es de uso libre, se basa en la factorización de números primos muy grandes, en esto radica su seguridad pues resulta computacionalmente demasiado costoso romperlo.

### Descripción del algoritmo RSA

Se buscan dos números primos  $p$  y  $q$

Se calcula  $n = p * q$

Se calcula  $\Phi(n) = (p - 1) * (q - 1)$

Seleccionar un entero  $e$  de tal forma que  $MCD(\Phi(n), e) = 1$  donde  $1 < e < \Phi(n)$

Calcular  $d$  tal que  $d * e \text{ mod } \Phi(n) = 1$

Clave pública =  $\{e, n\}$

Clave privada =  $\{d, n\}$

La fortaleza del algoritmo aumenta al aumentar el tamaño de las claves (normalmente son números primos de cientos de dígitos)

- **El Gamal:** Fue creado en 1984 y se fundamenta en el problema matemático del logaritmo discreto, su funcionamiento es similar al Diffie-Hellman.
- **Criptografía de curva elíptica:** Salió a la luz pública en 1985, se atribuye su fortaleza a la utilización de claves más cortas en comparación con RSA ofreciendo mayor seguridad que este.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- **Algoritmos de HASH o de resumen:** Son conocidos como algoritmos de autenticación y son métodos o funciones que se utilizan para generar claves que representan de manera unívoca a un documento o agrupación de datos de cualquier longitud obteniéndose siempre una salida de longitud fija. Dentro de este tercer grupo encontramos los siguientes algoritmos: MD5 (Message-Digest Algorithm), SHA-1 (Secure Hash Algorithm), DSA (Digital Signature Algorithm), entre otros.

## Problemas con la criptografía moderna

Como ya se dijo en un aparte anterior la criptografía moderna utiliza algoritmos que para la computación actual son considerados seguros; sin embargo, uno de los mayores inconvenientes de este tipo de criptogramas es el consistente en la generación y en la distribución permanente de claves; adicionalmente, se vislumbra que con el desarrollo de la criptografía cuántica esos algoritmos “seguros” que con la computación actual el romperlos significaría una eternidad, con el uso de la criptografía cuántica solo se necesitaría en algunos casos de minutos, de horas o de días para romperlos, dependiendo esto del tamaño de las claves.

## Criptografía Cuántica

Podemos considerar la criptografía cuántica como una de las áreas o temas de investigación en seguridad informática de mayor relevancia en la actualidad; la cual está basada en los principios de la mecánica cuántica con los cuales se pretende proteger y transmitir la información de forma segura; todo esto gracias al desarrollo de la computación cuántica. Uno de los principales objetivos de la criptografía cuántica es solucionar el problema de la generación y distribución de claves, lo cual se ha desarrollado gracias algunos hechos ocurridos a lo largo de la historia reciente.

A continuación, se muestra una reseña histórica de criptografía y computación cuántica:

Propuesta de dinero cuántico: Fue propuesto sin éxito por S. Wiesner en 1970 pero dio origen más tarde a la invención del primer protocolo cuántico de QKD (Quantum Key Distribution).

Computador cuántico: en 1982 R. Feynman idealiza el primer computador cuántico

En 1983 S. Wiesner logra publicar su propuesta de dinero cuántico.

En 1984 C.H. Bennett y Brassard proponen el primer protocolo para QKD con el nombre de BB84.

En 1989 Bennet y J. Smolin construyen el primer prototipo que implementa un protocolo QKD el cual gana rápidamente popularidad.

En 1991 A. Ekert propone un nuevo protocolo para la generación de claves basado en pares de partículas entrelazadas (par EPR).

En 1992 aparece la primera descripción del algoritmo de Shor. Tiembla la criptografía moderna.

En 1994 Brassard y Salvail completan un nuevo mecanismo para la corrección de errores y proponen una implementación práctica.

En 1998 se construye el primer computador cuántico de 2 qubits en la universidad de California. En la actualidad IBM cuenta con prototipos de 50 qubits y en línea se pueden realizar simulaciones con el “IBM Quantum Experience de 5 qubits”.

En la actualidad podemos identificar dos corrientes de desarrollo de la criptografía, una que es la parte comercial y la segunda que es experimental.

## Conceptos preliminares

Como ya se planteó con anterioridad, la computación y la criptografía cuántica aplica postulados de la mecánica cuántica que se considera pertinente recordar, estos conceptos son:

### Principio de incertidumbre

El principio de incertidumbre de Heisenberg plantea que no es posible determinar con absoluta precisión y de forma simultánea el valor de dos magnitudes conjugadas de un sistema elemental, como sucede con magnitudes como la posición y el momento, la energía y el tiempo, o el tiempo y la frecuencia.

### Teorema de no clonación

Este teorema plantea la imposibilidad de copiar un estado cuántico desconocido de manera exacta, debido a que al intentarlo, este mismo proceso provocaría una alteración de estado.

### Superposición

El principio de superposición afirma que un sistema cuántico puede poseer simultáneamente dos o más valores de una cantidad observable, valores que pueden ser incluso contradictorios. Como ejemplo podemos citar el experimento conocido como “el gato de Schrödinger”.

### Entrelazamiento

El entrelazamiento cuántico podemos considerarlo como la característica o propiedad bajo la cual dos partes del sistema se encuentran ligadas de tal forma que ciertas modificaciones sobre una de ellas afectarán a la otra; esto sin importar la distancia a la cual se encuentren. El entrelazamiento es una propiedad de las partículas cuánticas que fue vaticinada por Einstein, Podolsky y Rosen, en lo que conocemos como la paradoja EPR, como un intento por demostrar la incompletitud de la mecánica cuántica.

### Coherencia y decoherencia cuántica

Se llama estado coherente o se habla de coherencia cuántica para referirse a un estado cuántico que mantiene su fase durante un cierto periodo de tiempo. El mantenimiento de la coherencia cuántica hace posible fenómenos como el de interferencia, o los experimentos secuenciales de Stern y Gerlach (en donde se altera el estado de las partículas medidas). Cuando se refiere a

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

fotones, se habla de luz coherente. El proceso por el que se pierde la coherencia cuántica se llama decoherencia cuántica. Coherencia Cuántica. (s.f.). Recuperado de internet el 13 de agosto de 2018. [https://es.wikipedia.org/wiki/Coherencia\\_cuántica](https://es.wikipedia.org/wiki/Coherencia_cuántica)

## Canales Cuánticos

La criptografía cuántica se basa en el principio de incertidumbre de Heisemberg y hace uso de dos canales de comunicación entre los dos participantes (Alice y Bob); uno de ellos es un canal cuántico el cual tiene un único sentido y que generalmente es un enlace de fibra óptica; el segundo es un enlace convencional que es público y de dos vías por lo que puede ser escuchado por cualquier persona, como se muestra n la figura No. 7

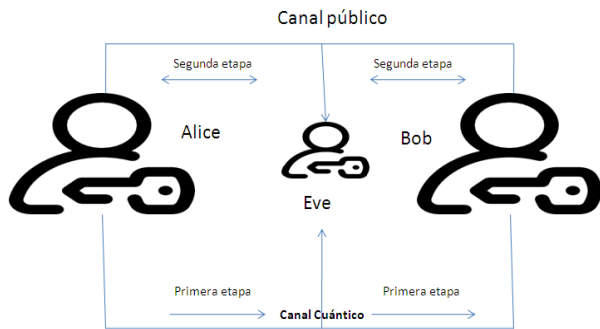


Figura No. 7 Canal Cuántico  
Fuente: El autor

En este sistema el valor de cada bit es codificado dentro de una propiedad de un fotón, como por ejemplo su polarización, que es la dirección de oscilación de su campo eléctrico. Esta polarización puede ser vertical, horizontal o diagonal (45 y 135 grados). Ver figura No. 8.

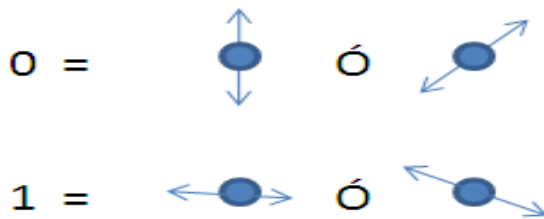


Figura No. 8: Fotón polarizado  
Fuente: El autor

Para identificar la polarización del fotón se utilizan dos filtros especiales, uno para polarización vertical y horizontal y otro para polarizaciones diagonales; de esto depende que el paso del fotón cambie o permanezca en su estado original.

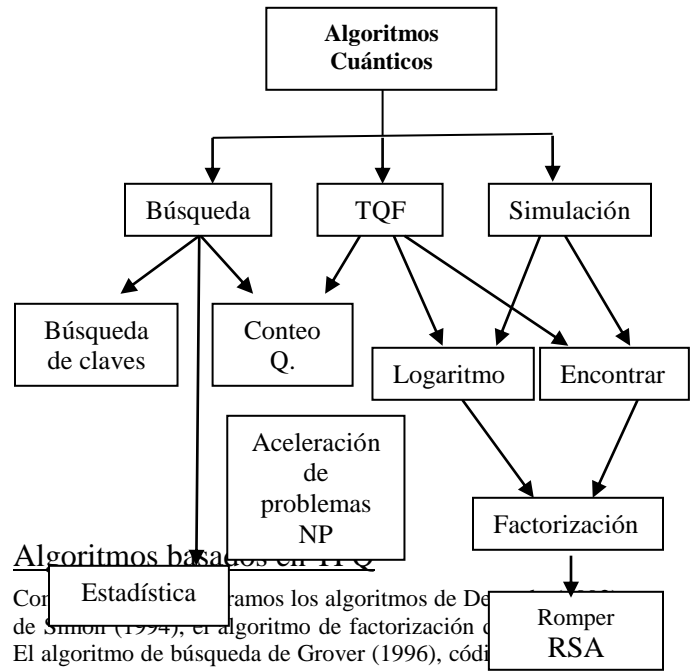
## Algoritmos de computación cuántica

Una de las principales potencialidades de la computación cuántica es reducir los recursos computacionales necesarios para la solución de problemas con algoritmos y equipos convencionales. Algunos algoritmos matemáticos como la búsqueda de los factores de números primos, algoritmos de búsqueda de información en bases de datos no ordenadas, han sido teóricamente desarrollados con éxito utilizando los fundamentos de la computación cuántica. Los algoritmos que presentan ventajas sobre los clásicos y que son utilizados en criptografía cuántica se dividen en tres grupos a saber. Ver figura No. 9.

Algoritmos basados en la Transformada de Fourier Cuántica (TFQ).

Algoritmos de búsqueda

Algoritmos de simulación cuántica



Algoritmos basados en TFQ

Corresponden a los algoritmos de De... de Simon (1994), el algoritmo de factorización de Shor (1994), el algoritmo de búsqueda de Grover (1996), códigos de errores cuánticos de Shor y de Steane, entre otros.

Figura No. 9: Algoritmos cuánticos

Fuente: El autor

1

de Hogg (1970 a 2001) para búsqueda estructurada.

Algoritmos de simulación cuántica

Una de los principales usos de este tipo de algoritmos es la aplicación de la computación cuántica, pues los sistemas tradicionales o clásicos no logran simular de manera eficiente la representación de un estado en un Espacio de Hilbert de dimensión  $2^n$ .

## Protocolos cuánticos

Podemos clasificar los protocolos utilizados en criptografía cuántica en dos grandes grupos: El primero que se basa en la transmisión de un único qubit, en el cual podemos clasificar a

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

protocolos como el BB84, B92 y SARGO4; en el segundo grupo encontramos los protocolos basados en pares entrelazados, conocidos como pares EPR.

Podemos considerar la implementación de estas dos clases de protocolos como distintas, toda vez que para la implementación de un protocolo como BB84 que utiliza cuatro estados no ortogonales, es necesario contar con una fuente emisora y otra receptora de partículas; mientras que los pares EPR necesitan de dos unidades receptoras conectadas a la misma fuente de emisión.

## Criptografía cuántica comercial

A diferencia de la computación cuántica, que aún se enfrenta con grandes problemas, la criptografía cuántica en la actualidad ya ofrece productos comerciales. Lo anterior debido a que no es necesario un computador cuántico para generar una clave cuántica; ya existen en varios países empresas como MagiQ, SmartQuantum, que ofrecen servicios de generación y transferencia de claves cuánticas y cifrado y descifrado de datos con esta tecnología.

## CONCLUSIONES

La seguridad de la información ha estado, está y estará siempre presente en todos y cada uno de los procesos que se dan con esta; como son la penetración, el almacenamiento, la transmisión y eliminación de datos privados.

Los desarrollos de nuevos paradigmas de computación hacen que tanto criptoanalistas como cifradores de información estén abiertos a replantear los esquemas, servicios, mecanismos, algoritmos y protocolos de comunicación usados para la transmisión de datos en ambientes distribuidos.

La criptografía cuántica surge como un nuevo modelo para el tratamiento seguro de información que en la actualidad se está implementando con éxito en ambientes híbridos (canales tradicionales y canales cuánticos) lo que representa una ventaja, pues se podría decir que va un paso adelante del desarrollo mismo de la computación cuántica.

## REFERENCIAS

- [1] Bouwmeester, Dirk et al, (2001) The Physics of Quantum Information. Editorial Springer-Verlag.
- [2] Terán P, David M. (2012). Introducción a la computación cuántica para ingenieros. Editorial Alfaomega.

- [3] Stallings, William. (2005) “Fundamentos de Seguridad en redes, aplicaciones y estándares”. Editorial Pearson / Printice Hall.
- [4] Andrew, Fernando / Izaskun Pellerejo / Amaia Lesta. (2006) *Fundamentos y Aplicaciones de Seguridad en Redes WLAN*. Marcombo S.A.
- [5] Puentes, Juan F. (2009) Principios de seguridad en el comercio electrónico. Editorial Alfomega- Ra-Ma
- [6] Vásquez, Nicolás Barcia y otros. (2008) *Redes de Computadores y arquitecturas de Comunicaciones*. Pearson / Prentice Hall
- [7] Areitio, Javier. (2008) *Seguridad de la información: Redes informáticas y sistemas de información*. Paraninfo.
- [8] Sergio de los Santos. (2013). *Una al día, 16 años de seguridad informática*. Hispasec Sistemas.
- [9] Muñoz Muñoz, Alfonso. (2014) Cifrado de las comunicaciones digitales de la cifra clásica al algoritmo RSA. 0Xword.
- [10] García, Juan Luis et al, Esquema Nacional de Seguridad con Microsoft, 0xWord.2014
- [11] BehrouzA,Forouzan.(2001).*Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones*. Madrid: McGrawHill.
- [12] JoyanesA,Luis.(2015).*Sistemas de Información en la empresa*. México: Alafaomega.
- [13] Ariganelo Ernesto et al, (2010). *Redes CISCO CCNP a Fondo*. México: Alafaomega.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## El rol de las redes sociales en procesos democráticos

Paola Nayeli Cortez Herrera  
Instituto Politécnico Nacional,  
UPIITA, Av. IPN No.2580 Col. La  
Laguna Ticomán, G. A. Madero.  
México, D.F., C.P.07340  
(55) 57296000 ext. 56917  
pcortez@ipn.mx

Blanca Alicia Rico Jiménez  
Instituto Politécnico Nacional,  
UPIITA, Av. IPN No.2580 Col. La  
Laguna Ticomán, G. A. Madero.  
México, D.F., C.P. 07340  
(55) 57296000 ext. 56917  
bricoj@ipn.mx

Jorge Fonseca Campos  
Instituto Politécnico Nacional,  
UPIITA, Av. IPN No.2580 Col. La  
Laguna Ticomán, G. A. Madero.  
México, D.F., C.P. 07340  
(55) 57296000 ext. 56917  
fonsecj@live.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Actualmente el potencial de las redes sociales no tiene límites. Su función principal radica en comunicar a las personas, sin embargo, han sido utilizadas como el medio para convocar a marchas o manifestaciones entre la ciudadanía. En México el 1 de Julio se presentó una jornada electoral extensa la cual incluyó la elección del presidente del país y las redes sociales han sido inundadas de contenido político a través de diferentes presentaciones. Por primera vez millones de jóvenes votaron, los cuales a diario están conectados a sus redes sociales. Este trabajo tiene como objetivo conocer hasta qué punto la información que se comparte influye en el criterio de la juventud a la hora de votar. Se presentan los resultados de una encuesta aplicada a jóvenes de nivel superior.

### ABSTRACT

Currently the potential of social networks has no limits. Its main function is connecting people; however, they have been used as the means to summon demonstrations among citizens. In Mexico on July 1 is an extensive democratic process day which includes the election of the country's president and social networks have been flooded with political content through different presentations. For first time, millions of young people will vote, which are connected daily to their social networks. The aim of this work is to know to what extent the information that is shared influences the criteria of youth when voting. The results of a survey applied to young people of higher level are

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

presented.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 **Information systems application:** Collaborative and social computing systems and tools

### Términos Generales

Redes sociales, jornada electoral, influencia en jóvenes

### Palabras clave

Redes sociales, elecciones, influencia

### Keywords

Social networks, elections, influence

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad de acuerdo con el estudio publicado por la Asociación de Internet [AMPCI] el uso de internet en México hasta el año 2017 tenía un total de más de 70 millones de internautas. Entre algunos datos sobresalientes de ese estudio se destacan:

-Los internautas pasan la mayor parte de tiempo conectados en un horario de 14 a 16 horas (comida) y de 21 a 24 horas (final del día).

-El 83% destaca que la principal actividad que realiza es estar en alguna red social.

-Se resalta el hecho de que el segmento joven empuja cambios de hábitos en la población a través del uso de internet.

-9 de cada 10 internautas consideran que internet los acerca a los procesos democráticos del país. Siendo los principales temas de interés: las propuestas de campañas, actores políticos, y líderes de opinión o analistas los cuales son los más buscados.

En México, el 1 de Julio del 2018 se llevó a cabo una extensa jornada electoral debido a la cantidad de renovaciones de puestos a nivel federal y estatal, la cual involucra la participación de 88 millones de votantes de los cuales 12.8

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

millones son jóvenes entre 18 y 23 años, quienes votaran por primera vez para la elección de presidente del país. [1]

Al ser una importante cantidad de jóvenes los que empezarán a participar en el proceso democrático por primera vez y ser los que están cambiando los hábitos en la población a través del uso de Internet, es importante conocer qué tipo de información obtienen a través de sus redes sociales, así como la influencia que reciben de estas. Pues esto, seguramente impactará de alguna forma en el resultado de las elecciones.

Es muy común que durante el proceso electoral las redes sociales tengan mucha información al respecto. En [2] se menciona que el anonimato en Internet especialmente en el contexto político se encuentra asociado a un comportamiento abusivo.

La influencia de las redes sociales en procesos democráticos en ciertos países no es nueva. Lo realmente interesante de este hecho es que, a través de comentarios de líderes de opinión, imágenes graciosas, chistes, noticias, noticias falsas (*fake news*) se puede incidir en la opinión de los votantes, por tanto, influir en los resultados de los procesos.

El artículo se compone de las siguientes secciones: se presenta una breve reseña de investigaciones que se han dedicado a estudiar el impacto de las redes sociales durante periodos de transición democrática, y se muestra un panorama de la influencia de las redes sociales en los procesos democráticos. Se propone una metodología para obtener información sobre asuntos relacionados con las elecciones y los jóvenes; y posteriormente se muestran los resultados obtenidos. Por último, se presentan las conclusiones.

### OBJETIVOS

Conocer el rol que tienen las redes sociales entre los jóvenes, los cuales votaron por primera vez en las elecciones del 1 de Julio del 2018.

### ESTADO DEL ARTE

En esta sección se hace una breve reseña de investigaciones que a través del análisis de las redes sociales han determinado el impacto en la opinión de las personas. En [3] se resalta que la exposición automática a los medios de comunicación juega un papel importante en la polarización del público. Sunsteins [4] sugiere que la comunicación por Internet puede generar polarización política porque las personas de ideas afines tienden a discutir cuestiones políticas entre sí y, en consecuencia, terminan reforzándose mutuamente para volverse más extremistas que antes. En [5] se argumenta que la evidencia describe claramente que Internet puede unir a las personas de ideas políticas afines, pero no hay pruebas suficientes para sugerir que dicho fenómeno conduzca a la polarización política. En [6] se remarca que los medios sociales en Internet no solo son un medio de comunicación, sino que poseen un alto potencial de movilización. Y los medios sociales son usados en campañas de elecciones para modelar el comportamiento de los votantes. Se menciona en [7] que Facebook desempeñaba un papel clave en la movilización de los ciudadanos para unirse a la protesta y difundir actualizaciones, especialmente entre los jóvenes.

Sin embargo, también se tiene un lado negativo al dejar que las redes sociales tengan influencia, pues se menciona en [8], que es posible encontrar spam o comentarios malintencionados sobre todo en la red social Twitter los cuales son en promedio un 5 al 8 % de tweets.

Entre algunas investigaciones que han documentado la influencia de las redes sociales en movimientos políticos entre las que destacan las siguientes:

En [3] se documenta cuando los ciudadanos de Honk Kong fueron consultados para reformar el sistema político en el año 2014, el cual consistía en eliminar efectivamente a los candidatos que el gobierno de Pekín no quiere. El comité permanente del congreso nacional del pueblo tomó una decisión el 31 de agosto de 2014. El movimiento del 2014 en Honk Kong fue una protesta contra la decisión del congreso y se apoyó de las redes sociales. Para determinar esto, la metodología empleada fue consultar 1,387 páginas de Facebook y medir los “lazos fuertes” y “lazos débiles” de compartir contenido. Donde lo fuerte y débil está definido por compartir información dentro de la página de la misma comunidad. A través de un análisis del contenido compartido se pudo determinar la influencia que tuvieron las redes sociales en el movimiento.

En [2] se hace mención que la televisión era el principal medio desde los años 60's para difusión de información a través de debates políticos. Sin embargo, actualmente el Internet ha venido a ocupar ese lugar, debido a que se puede difundir contenido en cualquier momento. Razón por la cual ahora entre la televisión y el Internet se han dividido la audiencia. Siendo el Internet considerado como una segunda televisión la cual permite que el espectador pueda compartir su opinión sobre asuntos políticos. En esta investigación se menciona que Twitter permite formar entre los usuarios una mejor opinión debido a las opiniones que los demás comparten. Se hace énfasis que los medios de comunicación sociales juegan un papel importante en los procesos políticos actuales, pues han influido en diversos procesos democráticos de varios países. En dicha investigación los usuarios después de ver programas relacionados con política podían compartir sus comentarios y llegaban a defender sus posturas a través de un dispositivo denominado *social printer*. Se recurrió al análisis de los usuarios seleccionados a participar en el experimento para llegar a la conclusión de que las opiniones vertidas por los demás influyen en la postura de los usuarios que las leen.

En [9] se menciona que las plataformas sociales son actualmente un reflejo de la sociedad. Pues basta con compartir una imagen, texto o video para conocer las preferencias sociales, políticas, o económicas de una persona. Y que Twitter es usado principalmente para administrar la influencia en un contexto de negocios para promover productos, empresas e inclusive políticos. En dicha investigación se analizan los comentarios de la red social Twitter usando diversos criterios como lo son: intervalos de tiempo, género del usuario o temas en particular.

En Rusia por ejemplo se realizó una investigación que confirma el potencial de los medios sociales en Internet en el proceso electoral que tuvo dicho país en el año 2011-2012. A través de la red social Twitter se llegó a la conclusión que las personas se



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

involucran a pesar de no estar afiliado a ningún partido político, y es que a través de la propagación de mensajes es posible llegar a miles de usuarios [10].

## Las redes sociales en la política de México

En mayo del 2012, un grupo inicialmente conformado por estudiantes universitarios empezó a organizarse en redes sociales luego de una protesta contra el entonces candidato a la Presidencia, Enrique Peña Nieto. A través de Twitter se posicionó el *hashtag* #YoSoy132. La protesta fue contra el manejo parcial de los medios de comunicación y la falta de pluralidad [11].

Posteriormente en [12] se estudió al fenómeno causado por el *hashtag* #YaMeCanse debido a una declaración dada por el entonces procurador José Murillo Karam. En la investigación se analiza el impacto que pueden tener los *bots* (cuentas automáticas) para tratar de disolver o filtrar información que haga desaparecer la tendencia del tema.

Actualmente son varios los medios de información que hacen uso de meta datos para conocer las tendencias en el ámbito político de los temas que son compartidos o generan opiniones dentro de las redes sociales, uno de ellos es el portal Sinembargo.mx [13]. Inclusive el propio Instituto Nacional Electoral (INE) ha firmado un convenio con Facebook para incentivar la participación ciudadana en las votaciones [14].

## METODOLOGÍA DE DESARROLLO

A continuación, se menciona la metodología para conocer el impacto de las redes sociales a través de la población joven que votará por primera vez el 1 de julio.

### 1. Elaboración de la encuesta

El medio seleccionado para obtener información sobre la influencia de las redes sociales entre los jóvenes fue una encuesta. Se propusieron 17 preguntas cuidadosamente seleccionadas para únicamente obtener la información requerida. Se evitó preguntar sobre la elección del candidato por el cual se votaría. Se ahondó en el tiempo que invierten los jóvenes en las redes sociales, así como saber la red social de su preferencia. Algo que también se quiso conocer en la encuesta es si los jóvenes estaban conscientes de las noticias falsas que se propagan, y así poder determinar que tanto analizan lo que leen o comparten.

Para la encuesta se consideró el tiempo en responder las preguntas, así como el tipo de respuesta abierta u opción múltiple. Con el fin de asegurar que los encuestados respondieran cabalmente todas las preguntas.

### 2. Selección de la muestra

Se seleccionaron 2 grupos de primer semestre, 1 grupo de segundo semestre y 1 grupo de tercer semestre de estudios a

nivel superior. En particular del área de ingeniería Telemática. Con la finalidad que para los encuestados sería la primera vez que votarían en las próximas elecciones.

### 3. Aplicación de la encuesta

La encuesta se aplicó en un intervalo de 3 semanas, quedando como punto de referencia el segundo debate presidencial (mes de mayo). Esto debido a que en los días previos o subsecuentes al debate electoral las redes sociales tienen más información de índole político (reportajes, comentarios, chistes, videos, imágenes graciosas).

### 4. Análisis de la encuesta

Después de obtener los resultados se analizó a detalle cada una de las respuestas obtenidas en las preguntas. Con la finalidad de detectar aquellas respuestas que salieran del marco de referencia. Y encontrar respuestas que siguieran un patrón.

## RESULTADOS

Para la elaboración de la encuesta se utilizó la herramienta Google Forms esta selección se debió a la facilidad y alcance que proporciona dicha herramienta. La encuesta se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://goo.gl/yAsEbw>

En la figura 1, se muestran algunas preguntas de la encuesta.

### Redes Sociales y Procesos democráticos

Encuesta con la finalidad de conocer la influencia que pueden tener las redes sociales en las opiniones de jóvenes votantes.

Tu edad es:

Texto de respuesta corta

¿Cuál es la principal razón por la cual usas las redes sociales?

Texto de respuesta larga

¿Qué redes sociales usas?

Facebook

Twitter

Instagram

Figura 1. Presenta 3 preguntas con formato variado de respuestas.

Se obtuvieron en total 95 participaciones de los 4 grupos encuestados.

A continuación, se mencionan algunos resultados obtenidos de manera general:

1. El 94.7 % de los encuestados están en un rango de edad de 18 a 23 años, y será su primera votación para presidente en la que participen.
2. El 100% de los encuestados posee alguna red social.
3. El 49.47 % indicó que usa una red social para comunicarse con las personas.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

4. El 28% indico que usa la red social principalmente por diversión (entretenimiento, ocio).
5. El 15.78 % menciona que la principal razón de usar una red social es para enterarse de noticias.
6. Y un 5.26 % coloca el aspecto académico como la principal razón para hacer uso de las redes sociales

Entre las redes sociales preferidas en los jóvenes destacan: Facebook, YouTube y Whats App.

El 37% de los encuestados menciona que pasa alrededor de 1 a 3 horas conectado a las redes sociales al día.

Entre los 95 encuestados suman en total tener a 41635 contactos, dando en promedio que cada joven posee aproximadamente 438 contactos. Esto conlleva a un nivel de propagación de información amplio. Por lo tanto la difusión de una noticia falsa en cuestión de horas alcanza a miles o millones de usuarios.

El 7.36% de los encuestados menciona que no comparte nada en las redes sociales, mientras que el resto de los encuestados comparte principalmente chistes, imágenes graciosas (memes), videos, y estados de ánimo.

Respecto al ámbito político se obtuvieron los siguiente resultados:

El 90.5 % de los encuestados notó un incremento de información de carácter político durante los últimos meses.

Se obtuvo información respecto a la forma en cómo aparecía la información política en sus redes sociales encontrando que las noticias, imágenes graciosas (memes) y publicidad figuraron en los tres primero lugares. La figura 2 presenta con más detalle la información.

Comúnmente de qué forma encuentras información de aspectos políticos

95 respuestas

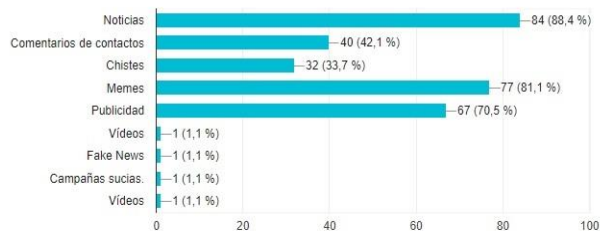


Figura 2. Gráfica obtenida al momento de que los jóvenes indican cómo reciben la información a través de las redes sociales.

Entre los intereses de los jóvenes encuestados se encontró que la mayoría sigue o frecuenta sitios relacionados a: periódicos, líderes de opinión (del área de noticias, política, cultura, otros), sitios de bromas y actores o cantantes. Dejando en último lugar de preferencia a los denominados *Youtubers* e *influencers*

Un aspecto que se deseó conocer es que tan enterados se encuentran los jóvenes sobre las noticias falsas que se comparten a través de las redes sociales. Y resultó que el 95 %

de los encuestados en algún momento leyó información que posteriormente resulto falsa. Por lo cual al estar familiarizados con el término es más común que investiguen antes la información que leen o comparten.

Al momento de formar un juicio propio sobre los candidatos con base en la información leída a través de las redes sociales, se obtuvieron resultados muy parejos (la figura 3 lo muestra). Y es que el 35.8 % de los encuestados menciona que las redes sociales no influyen para construir un juicio propio sobre los candidatos a presidente del país. Un 31.6 % dijo que sí y un 32.6 % se mostró indeciso.

Consideras que las redes sociales te han servido para tener un juicio sobre aspectos de política (apoyar a un candidato en particular, conocer propuestas)

95 respuestas

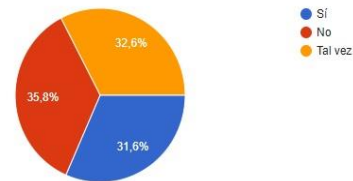


Figura 3. Se muestra la gráfica con resultados muy similares sobre los juicios hacia un candidato dependiendo la información que se leen en las redes sociales

De igual forma se obtuvieron resultados muy cercanos al preguntárseles si se sentían informados a través de las redes sociales sobre el proceso electoral del 1 de Julio (ver figura 4)

Te sientes informado a través de las redes sociales sobre las elecciones del próximo 1 de Julio

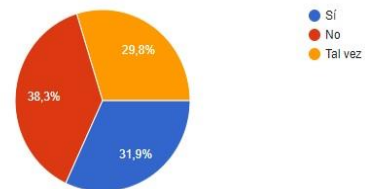


Figura 4. Gráfica que presenta el porcentaje de las respuestas a la pregunta: ¿Te sientes informado a través de las redes sociales sobre las elecciones del 1 de Julio?

Como información adicional se preguntó si pensaban votar en el proceso electoral y el 88.3 % de los jóvenes respondió que sí, un 5.3 % respondió que no y el 6.4 % se mostraba indeciso.

De acuerdo a los resultados obtenidos, solo un tercio de los jóvenes encuestados basa sus criterios en lo que encuentra en las

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

redes sociales. Y principalmente tienen como prioridad el contacto con líderes de opinión antes de los *influencers* o *Youtubers*.

## CONCLUSIONES

Las redes sociales son una herramienta con gran potencial. A través de ellas es posible difundir información que en cuestión de minutos u horas alcanza millones de usuarios. Este trabajo presenta un panorama sobre el rol que juegan las redes sociales en aspectos políticos. Se destaca el hecho que los jóvenes encuestados al estar cursando educación superior y en el ámbito de las tecnologías de información y comunicaciones están más enterados sobre la existencia de noticias falsas, y de acuerdo a los resultados obtenidos procuran ser cuidadosos con lo que leen. Sin embargo, se resalta que a través de contenido gracioso y videos se puede tener más penetración entre la juventud para dar a conocer aspectos políticos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Instituto Nacional Electoral, INE. <https://www.ine.mx/> Recuperado el 29 de junio del 2018
- [2] Gorkovenko Katerina (G. K.), Taylor Nick (T. N), Rogers Jon (R.J). Social Printers: A Physical Social Network for Political Debates. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Pp: 2269-2281. Doi:10.1145/3025453.3025611
- [3] Chung-hong Chan (C.C) King-wa Fu (K. F.). Predicting Political Polarization from Cyberbalkanization: Time series analysis of Facebook pages and Opinion Poll during the Hong Kong Occupy Movement. 2015. WebSci '15 Proceedings of the ACM Web Science Conference.
- [4] Sunstein, C. R. 2009. Republic. Com 2.0 Princeton University Press
- [5] Farrell, H. 2012. The consequences of the internet for politics. Annual Review of Political Science. 15, 2012. Pp: 35-52
- [6] Vitak J., Zube P., Smock A., Carr C.T., Ellison N., and Lampe C. It's Complicated: Facebook Users' Political Participation in the 2008 Election // Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking. March 2011, 14(3): 107-114. doi:10.1089/cyber.2009.0226.
- [7] Wong W. Chan S. 2015. You are what you read: How the digital divide change the political views of people in Hong Kong. 2015
- [8] Oliver, J., Pajares, P., Ke, C., Chen, C., & Xiang, Y. (2014). An in-depth analysis of abuse on twitter. Trend Micro, 225. <http://www.trendmicro.com/cloud-content/us/pdfs/security-intelligence/white-papers/wp-an-in-depth-analysis-of-abuse-on-twitter.pdf>
- [9] L. Lancieri and R. Giovanetti, "Multilevel exploration in Twitter social stream," 2016 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), San Francisco, CA, 2016, pp. 726-731.
- [10] Doi: 10.1109/ASONAM.2016.7752317
- [11] Sherstobitov Aleksandr (S.A). The potential of social media in Russia: From political mobilization to civic engagement. Proceedings of the 2014 Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia. Pp: 162-166. Doi:10.1145/2729104.2729118
- [12] Animal Político. Seis datos sobre el movimiento #YoSoy132 y qué fue de sus integrantes. <https://www.animalpolitico.com/2018/05/seis-datos-yosoy132/> Recuperado por última vez 29 de Junio del 2018.
- [13] Suárez-Serrato P., Roberts M.E., Davis C., Menczer F. (2016) On the Influence of Social Bots in Online Protests. In: Spiro E., Ahn YY. (eds) Social Informatics. SocInfo 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 10047. Springer, Cham
- [14] SinEmbargo.mx. #MetaDatos | El análisis de redes dice que Nuño jala atención sólo cuando junta 4 letras: A, M, L, y O. <http://www.sinembargo.mx/19-05-2018/3418831>. Recuperado por última vez el 20 de junio del 2018.
- [15] Central Electoral (INE). Facebook e INE anuncian colaboración para elecciones. <https://centralelectoral.ine.mx/2018/02/05/facebook-ine-anuncian-colaboracion-para-elecciones/> Recuperado por última vez el 25 de Junio del 2018.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Estrategias digitales de captación de estudiantes de educación a distancia mediante tecnologías emergentes

Diego Alarcón Paredes  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Av. Javier Méndez Aponte S/N.  
Col. Servidor Agrario, C.P. 39077.  
Chilpancingo de los Bravo,  
Guerrero.  
+52 01(747) 4719310 Extensión  
4181  
dalarcon@uagrovirtual.mx

Olga Esther Silva Bonilla  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Av. Javier Méndez Aponte S/N.  
Col. Servidor Agrario, C.P. 39077.  
Chilpancingo de los Bravo,  
Guerrero.  
+52 01(747) 4719310 Extensión  
4181  
olgaesther@uagrovirtual.mx

Jorge Roberto Romero Bonilla  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Av. Javier Méndez Aponte S/N.  
Col. Servidor Agrario, C.P. 39077.  
Chilpancingo de los Bravo,  
Guerrero.  
+52 01(747) 4719310 Extensión  
4181  
jromerob@uagrovirtual.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En la actualidad, es evidente que el desarrollo de las tecnologías de información y comunicación (TIC) avanza a una velocidad acelerada. En el contexto de la educación a distancia, este avance es fundamental, ya que las TIC son la base de las comunidades y entornos virtuales de aprendizaje.

El presente artículo centra su atención en la captación de estudiantes de nivel medio superior en modalidad a distancia, del programa educativo (PE) Bachillerato General en modalidad virtual, ofertado por el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero (SUVUAGro), a través de estrategias digitales apoyadas en el uso de las tecnologías emergentes y las redes sociales. La implementación de las estrategias va enfocada en transformar las tendencias digitales en oportunidades claras para captar aspirantes potenciales.

El manejo de las TIC y las redes sociales representan un papel muy importante en la ciudadanía digital moderna que forma parte de la educación a distancia, especialmente en el nivel medio superior. Puesto que las experiencias vividas y las

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

estadísticas nos indican que el tipo de personas que aspiran a ingresar o cursan sus estudios de bachillerato en esta modalidad son de características sociales, económicas y culturales muy diferentes, representan un grupo heterogéneo; por lo tanto, resulta medular contar con estrategias de comunicación adecuadas, para cumplir los objetivos trazados y captar la mayor cantidad de estudiantes posibles.

### ABSTRACT

At present, it is evident that the development of information and communication technologies (ICT) is advancing at an accelerated rate. In the context of distance education, this progress is fundamental, since ICTs are the foundations of communities and virtual learning environments.

This paper focuses on the raising of high school students in distance learning education, the educational program (PE) General Baccalaureate in virtual mode, offered by the Virtual University System of the Autonomous University of Guerrero (SUVUAGro), through digital strategies supported by the use of emerging technologies and social networks. The implementation of these strategies is based on transform digital trends in clear opportunities to capture potential candidates.

The management of ICT and social networks represent a very important role in modern digital citizenship that is part of distance learning education, especially at the upper secondary level. Since the lived experiences and the statistics indicate us that the type of people that aspire to enter or pursue their studies of baccalaureate in this modality are of very different social, economic and cultural characteristics, represent a heterogeneous group; therefore, it is crucial to have adequate communication strategies to meet the objectives set and to attract as many students as possible.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Categorías y Descriptores Temáticos

Education: Distance Learning.

Educación: Educación A Distancia.

## Términos Generales

Educación a distancia, tecnologías emergentes, captación de estudiantes

## Palabras clave

Estrategias, Captación, Estudiantes, Tecnología, Difusión

## Keywords

Strategies, Raising, Students, Technology, Spreading

## INTRODUCCIÓN

La sociedad actual en la que vivimos requiere tener conectividad constantemente para poder acceder a la información a través de los diferentes dispositivos electrónicos. De esta forma nace la sociedad de la información y el conocimiento, que de acuerdo con Quiroz [1] “es el proceso que se realimenta a sí mismo donde las nuevas tecnologías facultan a la sociedad en el manejo de grandes volúmenes de información, las cuales a su vez, generan más conocimiento en un círculo virtuoso ascendente de progreso”.

Actualmente, las TIC experimentan grandes cambios constantemente, por mencionar un ejemplo tenemos la evolución de la web. Román [2] indica que “la Web ha evolucionado de manera significativa pasando por 3 etapas hasta ahora. La primera fue la Web 1.0 las cuales estaban accesibles a personas especializadas que eran las encargadas de crear y mantener el contenido para ser consultado en la Web. Cuando se desarrollaron plataformas para que cualquier persona creará contenido Web sin conocimientos especializados o técnicos y se crearon las primeras redes sociales se hablaba de la evolución de la Web 1.0 a la denominada Web 2.0. Actualmente se habla de una nueva evolución llamada Web 3.0 o Web Semántica que trata de dotar de significado a los recursos existentes en la Web”. En las plataformas virtuales de aprendizaje es necesario que los estudiantes se puedan conectar desde cualquier dispositivo para acceder rápido a la información, según Zapata [3], “la tecnología ubicua permite a los individuos aprender allí donde estén, y contar para ello con los componentes de su entorno social”.

Las tecnologías emergentes se pueden clasificar en nanotecnología, biotecnología, robótica, inteligencia artificial y las TIC. Para el presente artículo nos enfocaremos en la utilización de las TIC, particularmente en el uso de portales Web y redes sociales como Facebook para realizar campañas de difusión en la ciudadanía digital apoyado de los medios de comunicación. La captación de estudiantes potenciales es una actividad fundamental para cualquier universidad o centro de educación.

## OBJETIVOS

Cada día existen nuevas necesidades, por ello es indispensable implementar estrategias que permitan responder a estos cambios. El rápido crecimiento de las TIC implica una transformación de las estrategias de captación de estudiantes. Las visitas personales y reuniones presenciales pueden seguir funcionando, pero está claro que para llegar a un número mayor de personas, se deben utilizar los recursos tecnológicos y los medios de comunicación. La implementación de estrategias de captación a través de las tecnologías emergentes y las redes sociales favorece potencialmente para impactar a un número elevado de usuarios, los cuales se pueden convertir eventualmente en estudiantes de nuevo ingreso. Por ello los objetivos que se plantean son:

- Identificar la audiencia que tenemos actualmente.
- Posicionar eficazmente al SUVUAGro tanto en la Web como en Facebook.
- Aumentar el número de seguidores del portal Web y de Facebook.
- Captar un elevado número de estudiantes.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para implementar estrategias digitales que permitan cumplir el objetivo de captar un número elevado de estudiantes de bachillerato en modalidad a distancia, el área de difusión del SUVUAGro cuenta con una metodología y procedimientos de desarrollo en los que intervienen profesionales expertos en distintas áreas, como son el Webmaster y el Community manager. Las funciones principales de los profesionales son las que resaltan a continuación.

**Webmaster:** Desarrollador Web responsable de administrar y gestionar contenidos en el portal Web institucional del SUVUAGro con el objetivo de comunicar información relevante a los visitantes, promover las convocatorias y el registro de aspirantes.

**Community manager:** Construye y administra la comunidad en línea a través de la difusión en las redes sociales, particularmente en la página de Facebook del SUVUAGro, y establece una relación con los seguidores para intercambiar información, opiniones y sugerencias.

Para ello debe existir en todo momento una comunicación paralela y de esta forma realizar una correcta planeación de las estrategias, las cuales se dividen en etapas.

### 1. Etapa de análisis.

Se lleva a cabo una reunión entre los profesionales involucrados del área de difusión del SUVUAGro, con el propósito de estructurar los planes. En esta etapa se define el punto donde estamos actualmente y el punto al que deseamos llegar, se deben detectar cuáles son las necesidades que se tienen y cuáles son los retos que se van a afrontar, y posteriormente establecer las



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

metas. Es importante saber exactamente lo que deseamos, para poder orientar correctamente las acciones hacia lo que se busca y conseguir los resultados esperados. Debido al tipo de audiencia que en este caso son los posibles aspirantes a cursar el Bachillerato General en modalidad virtual del SUVUAGro, se ha decidido utilizar un portal Web institucional y Facebook como red social principal como medios de información y comunicación, los cuales serán administrados en sintonía por el Webmaster y el Community manager, respectivamente.

## 2. Etapa de operación.

Esta etapa es una de las más importantes ya que aquí se definen los objetivos, las estrategias, y el tipo de acciones que se van a realizar en la campaña de difusión. Los objetivos que nos hemos planteado son mejorar el posicionamiento del SUVUAGro en la Web y en Facebook para tener un mayor número de seguidores y captar un alto número de estudiantes. Las estrategias y acciones que se realizan están ligadas a los objetivos, por tal motivo, las publicaciones que se realizan tanto en el portal Web como en la página de Facebook se realizan en horarios en donde los usuarios están activos y podamos impactar mejor en ellos, es deseable contar con una amplia base de datos de seguidores y mejorar las prácticas de comunicación cuando se responde a las dudas o preguntas que realizan tanto en los formularios de contacto como en los mensajes que dejan por inbox, de esta forma seguimos atrayendo más seguidores cada día.

## 3. Etapa de ejecución.

En esta etapa ya se conocen las actividades que forman parte del plan de acción, es necesario saber cuánto tiempo llevará realizar cada una de ellas para poder establecer un calendario y optimizar el tiempo. Las publicaciones realizadas en el portal Web y en Facebook giran en torno a la convocatoria y al registro de aspirantes al Bachillerato General en modalidad virtual del SUVUAGro. El calendario será la herramienta principal para desarrollar correctamente las estrategias planteadas y nos dará la pauta para concretar los objetivos. Las acciones principales que se llevan a cabo para cumplir los objetivos son:

- Tener una reunión en el área de difusión del SUVUAGro para establecer calendario de actividades.
- Emitir la convocatoria del Bachillerato General en modalidad virtual del semestre correspondiente.
- Realizar difusión de la convocatoria en el portal Web y en la página de Facebook simultáneamente del semestre correspondiente.
- Promover el registro de aspirantes en el portal Web y en la página de Facebook.

## 4. Etapa de medición.

Esta etapa sirve para evaluar los resultados obtenidos, para saber si los planes están funcionando o no, y para tomar las medidas pertinentes. Todo lo que se puede medir se puede mejorar, para ello consideramos importante realizar una autoevaluación que nos permita retomar lo que ha funcionado y cambiar lo que se necesite para obtener mejores resultados. Este procedimiento se realiza cada seis meses, cuando hay una nueva convocatoria del Bachillerato General en modalidad virtual del SUVUAGro.

Realizar la estadística de visitantes en el portal Web y en la página de Facebook es una actividad muy importante, consideramos que si nuestra audiencia va en ascenso, la difusión puede impactar mejor en los posibles aspirantes y de esta forma podremos captar un mayor número de estudiantes. Por lo tanto cada semestre realizamos la estadística correspondiente para poder evaluar nuestras propias prácticas, determinar qué tan eficaces han sido y así mismo poder tomar acciones de mejora continua.

## RESULTADOS

La autoevaluación es una práctica primordial en cualquier institución educativa. El SUVUAGro oferta dos veces por año el Bachillerato General en modalidad virtual, por esta razón, cada seis meses se realiza una evaluación de resultados, para poder medir el desempeño de nuestras actividades y mejorar nuestros indicadores.

A continuación mostramos las gráficas de la estadística de los visitantes del portal Web en el último año, la cual nos ha ayudado a identificar la audiencia en cuánto a número de visitas, a identificar cuántos usuarios nuevos se tienen y en qué idioma nos visitan. Estas gráficas muestran resultados favorables.

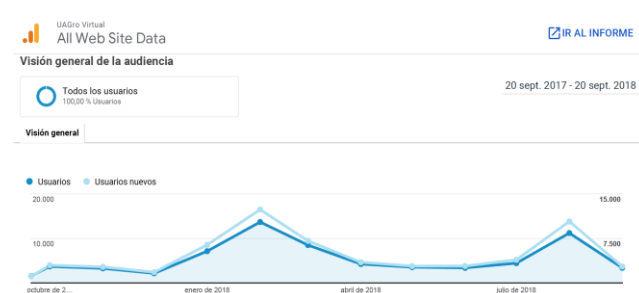


Figura 1. Visión general de la audiencia.



Figura 2. Estadística de usuarios y usuarios nuevos.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Idioma	Usuarios	% Usuarios
1. es-419	21.857	34,59 %
2. es	14.621	23,14 %
3. es-es	10.997	17,40 %
4. es-mx	5.801	9,18 %
5. es-xl	3.642	5,76 %
6. es-us	3.542	5,61 %
7. en-us	1.420	2,25 %
8. (not set)	656	1,04 %
9. fr	281	0,44 %
10. es-la	123	0,19 %

Figura 3. Número de usuarios por idioma.

A continuación mostramos las gráficas de la estadística de los visitantes a la página de Facebook en el último año, nos indican las visitas totales, el número total de visitantes, y el origen de los visitantes. Tenemos una estadística favorable.

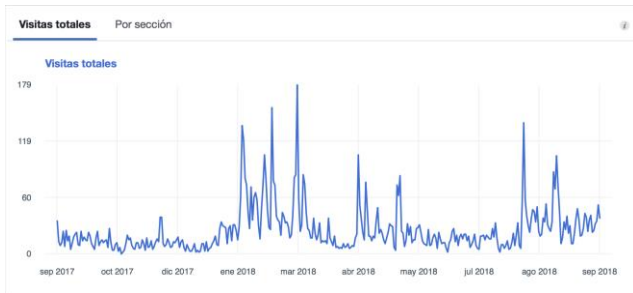


Figura 4. Visitas totales a la página de Facebook.

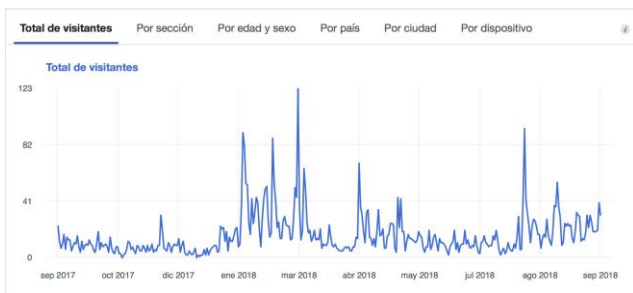


Figura 5. Total, de visitantes a la página de Facebook.

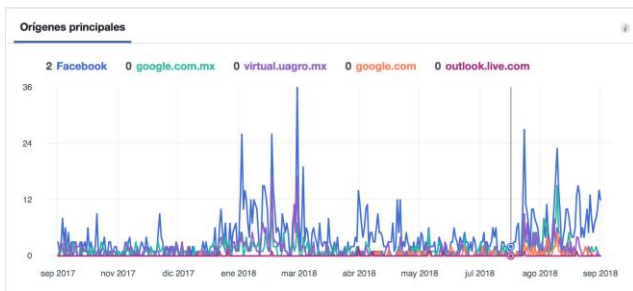


Figura 6. Orígenes principales de visitantes a la página de Facebook.

Finalmente mostramos una gráfica de los estudiantes activos del Bachillerato General en modalidad virtual del SUVUAGro desde la primera generación que ingresó en febrero de 2016, hasta la sexta generación que recientemente ha ingresado en septiembre de 2018. Tenemos una estadística a favor, ya que hemos elevado notablemente el número de estudiantes activos por generaciones, por tanto, podemos afirmar que los objetivos se han cumplido satisfactoriamente.

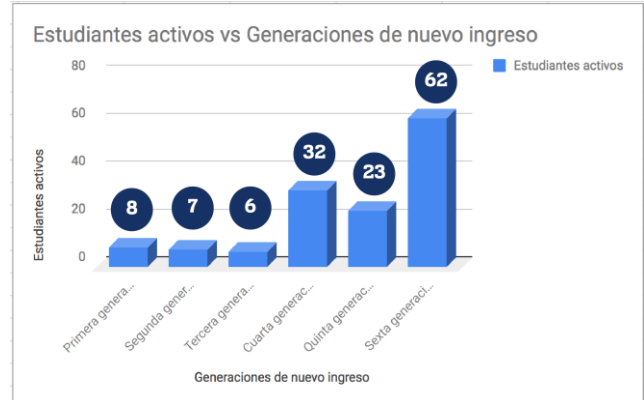


Figura 7. Estudiantes activos por generación del Bachillerato SUVUAGro.

## CONCLUSIONES

La educación a distancia tiene aún muchos obstáculos por vencer como son la cultura tradicionalista y las pocas expectativas de la sociedad. Las TIC son la base de la educación en esta modalidad, sin embargo, el reto principal no es el crecimiento de estas tecnologías, sino la constante innovación en las prácticas educativas.

El desarrollo de las tecnologías emergentes y las TIC siempre serán de gran ayuda en cualquier contexto referente a la educación a distancia, en particular son fundamentales para implementar estrategias digitales de captación de estudiantes en esta modalidad. La aplicación de estas estrategias no necesariamente garantiza el éxito, por esta razón es necesario realizar una medición de resultados, una autoevaluación, y a partir de este momento podremos determinar los puntos a favor y en contra. En esta medida se podrán realizar acertadamente los ajustes necesarios para transformar adecuadamente las estrategias de captación de estudiantes en la modalidad virtual.

Como resultado de la implementación de estas estrategias, de la evaluación que realizamos cada semestre y de los resultados obtenidos, podemos estar seguros de que hemos cumplido los objetivos que se han definido; sin embargo, los desafíos aumentan cada día y debemos estar preparados para enfrentarlos y poder seguir obteniendo los resultados esperados.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## REFERENCIAS

[1] Quiroz, Francisco J., (2005). Sociedad de la información y del conocimiento. Boletín de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica. Vol. 1 Número 1, Mayo – agosto 2005.

[2] Román, Felipe. (2011). Extracción de Información Basada en Técnicas de Alineamiento de Ontologías. Tesis de Maestría en Ciencias de la Computación. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Cuernavaca Morelos a 28 de Octubre de 2011.

[3] Zapata, Miguel. (2012). Calidad en entornos ubicuos de aprendizaje. Universidad de Alcalá. RED. Revista de Educación a Distancia, Número 31. ISSN 1578-7680.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Implementación de un sistema de logueo con la técnica de esteganografía digital en la plataforma Moodle

Fabian Alejandro López  
Suarez  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
+57 313 8663042  
falopezs@correo.udistrital.edu.co  
fabilop\_2392@hotmail.com

Nathaly Jaimes Iguavita  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
+57 312 5562511  
njamesi@correo.udistrital.edu.co

Héctor Julio Fúquene Ardila  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
+57 321 2897633  
hfuquene@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este documento se describe el desarrollo de un sistema de logueo alternativo cuyo objetivo fue implementar la técnica de esteganografía digital en el login de la plataforma Moodle. Así mismo, al abordar este proyecto se pretendió mostrar un prototipo o variante para la seguridad de la información en el momento de ingresar a la plataforma educativa con la que cuenta la Universidad actualmente. Este proyecto fue realizado bajo la metodología Planear, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA) con el que se buscó construir un sistema de forma rápida y con calidad a través de ciclos que ayudaban a encontrar errores de manera oportuna y su corrección se hacía al instante.

### ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF A LOGGING SYSTEM WITH THE DIGITAL STEGANOGRAPHY TECHNIQUE ON THE MOODLE PLATFORM - This document describes the development of an alternative logging system whose target was to implement the digital steganography technique in the login of the Moodle platform. Likewise, when approaching this project it was tried to show a prototype or variant of the security of the information at the moment of entering the educational platform with which the University currently counts. This project was carried out under the methodology of Plan, Do, Check, Act (PDCA) with which it was sought to build a system quickly and

high quality through cycles that helped to find errors in a timely manner and its correction was done instantly.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Plataforma de logueo, esteganografía en seguridad y Moodle.

### Términos Generales

Esteganografía digital

### Palabras clave

Moodle, esteganografía, sistema de logueo, PHVA, plataforma, técnica, autenticación, objetivo.

### Keywords

Moodle, steganography, logging system, PHVA, platform, technique, authentication, objective.

### INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías de la información, nos entregan la responsabilidad de usarlas con el mejor provecho en las diferentes áreas del conocimiento. Así pues, fue desarrollado un sistema de logueo en la plataforma Moodle que tiene implementada la técnica de esteganografía.

Basados en el concepto de esteganografía y transformada de Fourier se desarrolló un programa realizado en lenguaje JAVA, PHP sobre la plataforma de Moodle. Este contiene el proceso de ocultación de información (Password y usuario) en una imagen digital. Para ocultar la información, se utilizará una imagen, la cual será ligeramente modificada por el algoritmo desarrollado, obteniendo una nueva imagen que se conoce con el nombre de estego-imagen.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El método esteganográfico a utilizar será: el método LSB (LeastSignificative Bit), o método del bit menos significativo [1]. El uso de este método supone una alteración mínima de la apariencia de la imagen digital y una resistencia buena en términos de integridad del mensaje secreto a transmitir cuando la imagen se comprima en algún formato de tipo, por ejemplo, JPEG, JPG, PNG. En el campo de contraseña un usuario envía a otro la autenticación oculta en una imagen.

El tratamiento de la información en los sistemas actuales va encaminado a la máxima protección que se le pueda dar a los datos tanto en el almacenamiento como en su trasmisión [2], es por eso que la esteganografía aporta un importante componente de complejidad matemático y lógico que dificulta en gran medida la captación de esta información y su compresión es aún más problemático

## OBJETIVOS

Mostrar la implementación de un sistema de logueo en la plataforma Moodle con la metodología PHVA.

Describir las ventajas y desventajas del análisis del sistema de logueo y de la seguridad de acceso, mediante la técnica de esteganografía digital, en la plataforma Moodle de la facultad tecnológica.

Dar a conocer el sistema de logueo de la plataforma Moodle con la implementación de la técnica de esteganografía

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

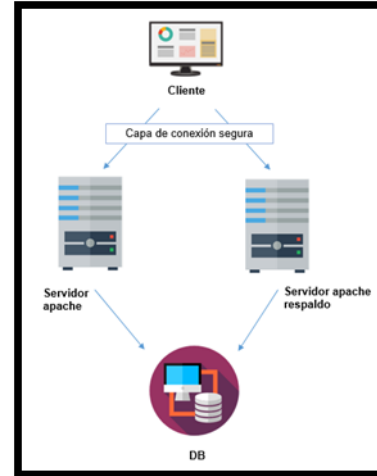
Desarrollar sistemas más seguros a través de diferentes técnicas, herramientas o métodos es un tema que es analizado a diario en diferentes lugares del mundo, tanto en el sector público como privado. Algunos de estos estudios ven en la esteganografía una fuente de importantes métodos que blinden la seguridad en la red.

Entre las técnicas de esteganografía digital estudiadas y analizadas, hallamos que existía una que nos proporcionaba un nivel de seguridad alto al tomar el bit menos significativo de cada pixel de una imagen seleccionada y en este se podría ingresar un dato del mensaje que se quisiera ocultar. Esta técnica es llamada LSB (LeastSignificative Bit).

Se debe indicar también que el LSB en este proyecto es usado junto con la metodología de desarrollo PHVA para lograr la creación del sistema de logueo propuesto, basándose en los ciclos adaptados con sus fases. Estas fases adicionales se identifican como las fases de Planear, Hacer, Verificar, Actuar.

En la fase de planeación, se realizó el diseño del modelo de arquitectura y de presentación del moodle. Es necesario resaltar, que hubo un proceso de depuración conceptual en ambos diseños, según, los procesos a los que se les iba aplicar o no la esteganografía.

El diseño del sistema de logueo, se enfocó en desarrollar un funcionamiento rápido tanto en el equipo cliente como en el



procesamiento de la estegoanálisis en el servidor (ver figura 1). Como se puede observar en la siguiente figura, la sencillez de este sistema se origina en una estructura básica de Cliente-Servidor.

Figura 1. Estructura del sistema.  
Fuente: Autores

Lo esperado con este diseño es que no se produzca una saturación en el server, por eso en el cliente se ha planeado dejar la parte de esteganografía y en el server el estegoanálisis que no esté tan cargado de datos y pueda producir una demora en la respuesta de este. Además, se desea disponer de un server de respaldo que entre a funcionar en caso de saturación o no funcionamiento del server principal.

Una vez finalizados los diseños mencionados anteriormente, se dio paso a realizar el diseño visual de los componentes de la plataforma Moodle al que podrán ingresar los usuarios (ver figura 2).

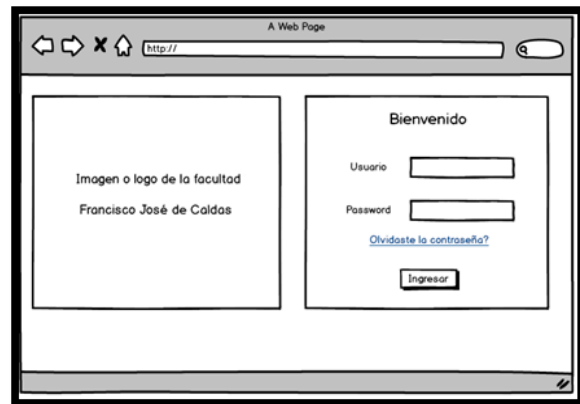


Figura 2. Diseño login Moodle.  
Fuente: Autores



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Después de la fase de planeación, se inicia la fase de Hacer; la cual con lo definido en la etapa anterior se procede a desarrollar el sistema de logueo con esteganografía en la plataforma Moodle.

En esta fase se realizaron los modelos de procesos, diagramas de secuencia, diagramas de actividad, diagramas de colaboración y diagramas de estado, con una documentación sobre los casos de usos que ya estaban definidos en la etapapreliminar.

De acuerdo a esto, hubo definición de protocolos que serían usados y la implementación de los métodos esteganográficos que se iban a dejar funcionando en el cliente. Para ello, seideo un algoritmo en PHP ligero que realizara el procesamiento de los datos dentro de la imagen al hacer click en el botón “Ingresar” del formulario de logueo (ver figura 3).

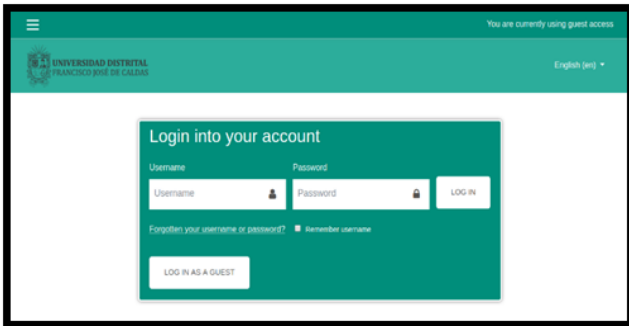


Figura 3. Formulario de login.  
Fuente: Autores

Este sistema esteganográfico primero identifica la imagen que se usará para los procedimientos y luego comenzará a tomar los valores de ella, como lo es su altura y el ancho, para así poder recorrer sector por sector la imagen. Teniendo las variables definidas y a través de un ciclo for se revisa pixel por pixel y se obtiene su escala RGB (Red, Green, Blue). Así pues, por ejemplo si se obtiene en RGB el (255,0,255) este proviene del color magenta; así cada valor de esta escala puede ser representado por un byte. Simultáneo a esto, los caracteres ingresados en usuario y password del formulario y después de haber sido validados que no vengan vacíos son convertidos carácter por carácter en su valor ASCII (American Standard Code for Information Interchange) para así identificar su equivalente en binario.

Así pues, al tener el byte del pixel y el valor binario del carácter, este es puesto en el bit menos significativo de la imagen. Al usar esta técnica y ante el ojo humano es imperceptible algún cambio de color en la imagen, por lo que nos dice que aún sería muy complejo el también poder descubrir un patrón dentro del bit de la imagen que sugiera que hay un mensaje oculto en ella.

Así podríamos observar en las siguientes figuras (ver figura 4), como queda una imagen antes y después de ser procesada con la técnica de esteganografía digital.



Figura 4. Imagen original – Imagen con esteganografía  
Fuente: Autores.

Después de tener en funcionamiento los procesos descritos en los que se realiza la esteganografía digital en el formulario de login, se prosigue con el envío de esta imagen al servidor.

En el servidor se procede con el método inverso, el estegoanálisis que revisa la imagen, recorriendo pixel por pixel y extrayendo el bit menos significativo para realizar su conversión a su valor ASCII y así obtener el mensaje que fue oculto dentro de este archivo.

La fase de Verificar revisa los procedimientos anteriores y confirma que se oculten datos dentro de la imagen, que esta sea enviada, recibida por el servidor y luego que este pueda identificar la información que se encuentra dentro de la imagen.

En la fase de Actuar se corrige lo encontrado en la fase anterior, se realiza una corrección y si es necesario algunos ajustes sobre lo que ya está funcionando, pero requiere una optimización teniendo en cuenta el análisis que se realizó durante todo el desarrollo.

## RESULTADOS

De acuerdo a los resultados esperados luego de la implementación de la técnica de esteganografía digital se diseñaron pruebas automatizadas para el software hechas en el lenguaje de pruebas Cucumber y Selenide.

Cucumber es una herramienta utilizada para implementar metodologías como BDD (Behaviour Driven Development) las cuales permiten ejecutar descripciones funcionales escritas en texto plano como pruebas de software automatizadas.

Estas descripciones funcionales, se escriben en un lenguaje específico y legible llamado "Gherkin", el cual sirve como documentación al desarrollo y para las pruebas automatizadas.

En nuestro caso definiremos un escenario que acceda a la pantalla inicial de la plataforma local Moodle (Pantalla de Login), donde introduciremos el usuario y contraseña y verificará que el acceso ha sido correcto con la técnica implementada internamente de esteganografía digital. Posteriormente, luego del ingreso se crearon los escenarios para probar la funcionalidad del curso y el ingreso a material educativo.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

```
uakBook.local (0.0.0.0) My traceroute [v0.80] Fri Aug 1 11:38:01 201
eys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Host      Loss%  Snt  Last  Avg  Best  Wrst  StDe
1. 172.17.21.1      0.0%  8  41.7 40.2 39.2 41.7  0.
2. hosted.by.leaseweb.com 0.0%  8  40.4 40.6 37.3 44.7  2.
3. 85.17.100.192    0.0%  8  41.3 45.6 41.3 53.7  4.
4. 193.149.1.94     0.0%  8  71.1 72.3 69.9 75.1  1.
5. 209.85.252.150   0.0%  8  77.6 89.0 74.5 157.3 28.
6. 209.85.240.191   0.0%  8  72.9 68.6 67.6 72.9  1.
7. 216.239.43.233  0.0%  8  75.1 74.4 71.1 77.2  2.
   209.85.245.87
8. 209.85.250.163  0.0%  8  74.0 73.7 71.5 78.0  2.
   209.85.250.165
   216.239.47.83
9. ???
```

Figura 5. Resultados de carga.

Fuente: Autores.

Se hicieron pruebas de carga en la red desde diferentes host para identificar si había demoras en la subida de la imagen al servidor y en la espera de una respuesta. Se identificó que a diferencia del tiempo que tomaría con un ingreso normal y uno con este procedimiento, no son abismales los datos de contraste entre uno y el otro.

Se acepta que el proceso toma unas milésimas más de segundos para realizar la ejecución del logueo pero teniendo en cuenta el valor en seguridad que el sistema obtendría con la esteganografía es un ítem que debería ser tomado en cuenta para emplear en más sistemas esta herramienta de ocultamiento.

## CONCLUSIONES

La técnica de esteganografía digital permitió ocultar para esta implementación el password, el cual, se ocultó dentro de un archivo o portador, con el fin, de que no se percibiera la existencia de uno dentro del otro, de esta forma, la finalidad fue establecer un canal encubierto de comunicación, de modo que, en el momento de establecer la comunicación con el servidor este pase inadvertido para aquellos observadores que tienen acceso a este canal o que intentan infringir la seguridad del sistema.

La automatización de actividades o procesos manuales en tareas del software y luego agrupadas en módulos de trabajo brinda eficiencia, facilidad en el manejo y seguridad en el acceso a la información a sólo personas autorizadas.

Por medio de la fase de evaluación se lograron identificar cuales procesos del sistema debían tener un mejoramiento continuo de acuerdo al ciclo PHVA, con este reconocimiento en el sistema se puede concluir que el proyecto es escalable y así mismo permite que un futuro se puedan implementar nuevas funcionalidades.

Esta técnica de esteganografía digital con el bit menos significativo muestra que inclusive en una pequeña imagen esta nos proporciona una considerable cantidad de almacenamiento para datos que se deseen ocultar.

La metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) con la cual se desarrolló este proyecto, a través de sus ciclos nos dio las herramientas y pasos necesarios para finalizar de manera clara y concisa este sistema de logueo con los objetivos propuestos.

## AGRADECIMIENTOS

Debemos agradecer de manera sincera y enfática al Profesor Héctor Julio Fúquene Ardila por aceptarnos para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este proyecto, sino también en nuestra formación como investigadores. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos.

Además de un reconocimiento especial a los profesores que con sus tutorías en aspectos de seguridad y procedimientos matemáticos nos ayudaron a resolver dudas encontradas en este desarrollo.

## REFERENCIAS

- [1] Bit menos significativoLSB (LeastSignificative Bit).  
[http://enciclopedia\\_universal.esacademic.com/65202/Bit\\_menos\\_significativo](http://enciclopedia_universal.esacademic.com/65202/Bit_menos_significativo)
- [2] Guía de buenas prácticas de seguridad informática en el tratamiento de datos.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656714000067>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## La adopción de las Tecnologías de Información y Comunicación en empresas del estado de Morelos

Yadira Toledo Navarro  
Universidad Politécnica del Estado  
de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac No. 566.  
Col. Lomas del Texcal. Jiutepec,  
Morelos. C.P. 62550  
(777) 2293500  
ytnavarro@upemor.edu.mx

Miguel Angel Ruiz Jaimes  
Universidad Politécnica del Estado  
de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac No. 566.  
Col. Lomas del Texcal. Jiutepec,  
Morelos. C.P. 62550  
(777) 2293500  
mruiz@upemor.edu.mx

Jhasua Aguayo Santana  
Ana Laura Bahena Nicasio  
Universidad Politécnica del Estado  
de Morelos. Boulevard  
Cuauhnáhuac 566. Jiutepec, Mor.  
asjo151143@upemor.edu.mx  
bnao150157@upemor.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito identificar la adopción de las Tecnologías de Información y Comunicación en empresas del sector servicios y comercio en el estado de Morelos. Para ello se realizó un estudio sobre 100 MiPyMEs de los principales municipios del Estado. Recolectando información mediante entrevistas y un cuestionario a los directivos. Para procesar los resultados se usó el sistema estadístico SPSS y la hoja de cálculo Excel.

Los resultados del diagnóstico muestran que la mayoría de las empresas cuentan con equipo de cómputo, conexión de red y tienen acceso a internet. Pero carecen de una página web, de realizar comercio electrónico y de utilizar las redes sociales (Facebook y twitter). Se recomienda emplear las Tecnologías de Información y Comunicación, con la finalidad de mejorar el desempeño organizacional, reducir costos, generar valor y satisfacción al cliente para ser una empresa más competitiva.

### ABSTRACT

This research work has as purpose to identify the adoption of Information and Communication Technologies in companies in the services sector and trade in the state of Morelos. To this end, a study was conducted on 100 MSMES of the main municipalities in the State. Collecting information through

interviews and a questionnaire to managers. To process the results we used the SPSS statistical system and the Excel spreadsheet.

The diagnostic results show that most businesses with computer equipment, network connection and have access to the internet. But lack of a web page, to carry out commerce and use social networks (Facebook and Twitter). It is recommended to use Information and Communication Technologies, with the aim of improving organizational performance, reduce costs, generate value and customer satisfaction for a company more competitive.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Information systems applications  
Enterprise information systems  
Enterprise resource planning  
Collaborative and social computing systems and tools  
Social networking sites

### Términos Generales

TIC, Crecimiento, Ventaja competitiva

### Palabras clave

Tecnologías de la Información y Comunicación, MiPyMEs, Competitividad

### Keywords

Information and Communication Technologies, MSMEs, Competitiveness

### INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's) son múltiples herramientas tecnológicas dedicadas a almacenar, procesar y transmitir información; mecanismos que agilizan la comunicación, vuelven eficiente la gestión administrativa, participan en los procesos de innovación, colaboran en la gestión del conocimiento en una organización. Existen barreras que impiden que las empresas las adopten, que sus clientes no estén familiarizados con las TIC's, por la inexperiencia o falta de

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

capacitación del personal, costos e inversión que implican, necesidad de hacer cambios organizacionales. [1]

Entre las limitantes por las que las empresas tienen poca adopción de estas herramientas, destaca los costos por uso de banda ancha y la falta de financiamiento para adquirir equipos de cómputo.

Las empresas de menor tamaño se encuentran en desventaja por la dificultad para acceder y retener trabajadores con altos niveles de conocimiento y de habilidades que permitan el aprovechamiento de las potencialidades de las TIC's. [2]

Las empresas mexicanas, especialmente las PYMEs, reflejan una mejora en la adopción de TICs, sin embargo, es notoria su inclinación por el uso de las TIC's básicas, la PC, el Internet, el correo electrónico. La literatura señala que, si bien las PYMEs han reducido la brecha en infraestructura de TIC's básica, el rezago de este grupo de empresas aumenta de manera importante cuando se consideran las tecnologías de nivel más complejo y sofisticado. [3]

Las TIC's son una excelente herramienta de gestión empresarial, que ayuda positivamente al desarrollo y viabilidad de las organizaciones; agregan valor a las actividades operacionales y de gestión empresarial en general y permite a las empresas obtener ventajas competitivas, permanecer en el mercado y centrarse en su negocio, además, son esenciales para mejorar la productividad de las empresas, la calidad, el control y facilitar la comunicación. [4]

Las TIC's son esenciales para mejorar la productividad de las empresas, la calidad, el control y facilitar la comunicación, entre otros beneficios, aunque su aplicación debe llevarse a cabo de forma inteligente. [5]

El uso de las tecnologías de información en las MIPyME cobra vital importancia si consideramos que hoy en día representan un elemento fundamental para incrementar la competitividad de tales empresas. [6]

Dentro de las limitaciones más comunes que se presentan para la adopción de las TIC's en las MIPyME mexicanas, se encuentra la cultura prevaleciente: una actitud empresarial que no visualiza su impacto y sus beneficios. Existe la opinión de que la adopción de las TIC's implica fuertes montos de inversión y beneficios que no se captan en el corto o mediano plazo. [7]

Una de las principales ventajas que ofrecen las TIC's está relacionada con el uso de internet, ya que sirve como medio de expansión de los negocios a nivel internacional y reduce la distancia entre los mercados. [8]

En un estudio realizado por el INEGI en el 2014, muestra que el 74.5% de las microempresas no usaron equipo de cómputo. Dicho porcentaje disminuye en las pequeñas y medianas empresas para las cuales se tiene el 6.6% y 0.9%, respectivamente. Ver figura 1.

El 46.7% del conjunto de las micro, pequeñas y medianas empresas que no usan equipo de cómputo argumentan que no lo necesitan, lo que representa la razón principal. Siguen en importancia el 15.6% de empresas que declaran no disponer de

equipo de cómputo y el 15.2% que argumenta la falta de recursos económicos para la adquisición de dichos activos.

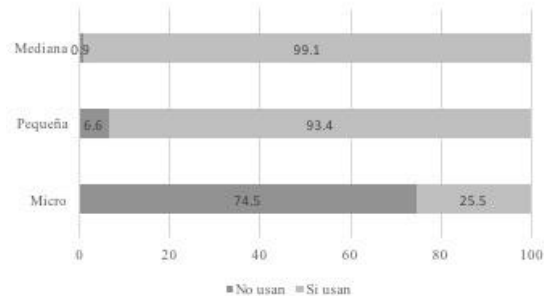


Figura 1. Distribución del número de empresas según su condición de uso de equipo de cómputo

Con relación al uso del equipo de cómputo, se tiene el 73.9% de las microempresas que señalan no utilizar internet. Esta situación representa el 7.6% y 1.6% respectivamente de las pequeñas y medianas empresas. Ver figura 2. En este sentido, el 47.3% de total de las empresas que no usan internet declaran no necesitarlo. [9]

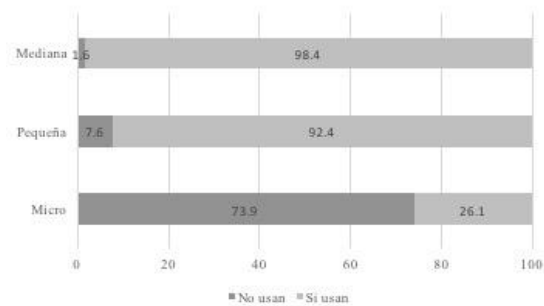


Figura 2. Distribución del número de empresas según su condición de uso de internet.

En la siguiente tabla (1), se observa que empresas registraron beneficios principalmente por el uso del internet. No obstante, una situación esperada en los resultados de la ENTIC 2013, es que los datos que arroja para las microempresas con casi inexistentes, Contrariamente, para las Pymes y empresas grandes y transnacionales, las TIC son una herramienta fundamental en los procesos de innovación, básicamente en el acceso a nuevas ideas e información, en la relación cliente – proveedor y en innovaciones en publicidad de productos.

Tabla 1. Número de empresas del sector productivo que obtuvieron ventajas en el uso de las TIC en 2012.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Categoría	Correo electrónico	Internet	Página de Internet
Ventas	51415	55121	37189
Costos	52163	55505	23872
Tiempos	78899	89870	35265
Servicios	69640	78849	36230
Clientes	50241	56975	40052
Mercado	39386	44735	35198
Productos	35834	40477	28731
Comunicación	96458	106088	45823
Otros	348	1109	939
Ninguna	4157	5362	3482

De acuerdo con el Instituto de Investigaciones en Tecnoeconomía (Techno Economy Research - TRI) (2014), las empresas que no utilizan TIC's tienen pérdidas hasta de un 30% de sus ingresos. Se estima que alrededor de un 10% de las empresas utilizan las TIC's, por lo que aproximadamente el 90% de las MiPyMEs pierden al año un monto de entre 10 y 30 por ciento de sus ingresos. En suma, diversos estudios demuestran que el crecimiento de las economías y en particular de las Pymes está influenciado por la inversión en TIC's y en educación, para ello, es preciso promover la incorporación de nuevas tecnologías y capital humano en las empresas. [10]

En las Pymes que realizan el comercio electrónico, se determina que la influencia del uso de este y la rentabilidad de las mismas, es positiva, puesto que son más las empresas que tienen un porcentaje de rentabilidad mayor en relación con las que no realizan comercio electrónico. [11]

Según un estudio desarrollado por el Instituto de Investigaciones en Tecnoeconomía (Techno Economy Research - TRI), las empresas que no utilizan las Tecnologías de la Información como herramientas competitivas en sus negocios, limitan su crecimiento empresarial y perderían hasta un 30% de sus ingresos. Considerando que según una investigación desarrollada por Prompyme (2005), menos del 10% de las empresas utilizan las TICs, entonces aproximadamente el 90% de las pymes del país estarían perdiendo anualmente un monto que oscila entre el 10 y el 30% de sus ingresos. [12]

En un estudio realizado a empresas en Baja California arrojó que la adopción de tecnologías entre los subsectores de Baja California es muy baja en las PYMES También se logró identificar a las TIC más utilizadas para interactuar con los clientes y proveedores. El medio más empleado fue el correo electrónico, seguido por el teléfono y la página de internet. [13]

En un estudio empírico sobre 400 MiPyMEs en Aguascalientes, para analizar si el grado de implantación de las TIC en las empresas influye en el rendimiento de las PyMEs. El internet y el comercio electrónico abren nuevas posibilidades en el acceso a un mercado cada vez más globalizado y altamente competitivo, permitiendo ofrecer productos y servicios a un potencial de millones de personas. [14]

## OBJETIVOS

### General

Identificar la adopción de las Tecnologías de Información y Comunicación en empresas del sector servicios y comercio en el estado de Morelos.

### Específicos

- Realizar un diagnóstico en las empresas del sector servicios y comercio en el estado de Morelos.
- Elaborar un análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado.
- Determinar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en los resultados del diagnóstico.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La presente investigación se utilizó el método de la entrevista y la técnica de encuesta, es de tipo exploratorio – descriptivo. Se tomó como muestra a 100 empresas micro, pequeñas y medianas ubicadas en los cinco principales municipios del estado de Morelos, la mitad de ellas corresponde al sector servicios y el resto al sector comercio.

Para el diagnóstico realizado, se diseñó un instrumento de medición con preguntas abiertas y cerradas (dicotómicas y escala de Likert) dividido en dos apartados, el primero con la información general de la empresa y el segundo información específica. En este último, las respuestas fueron clasificadas de manera numérica para facilitar su procesamiento.

Las variables que se consideraron para evaluación fueron las siguientes: equipo de cómputo, acceso a la red, internet, servidores, página web, redes sociales (Facebook y Twitter), correo electrónico y comercio electrónico. Para la obtención de los resultados se usó el sistema estadístico SPSS y la hoja de cálculo Excel.

## RESULTADOS

El uso de las tecnologías de la información y comunicación ayuda a las empresas a mejorar su desempeño, competitividad y el crecimiento en el mercado. En la figura 3 se observa que todas las empresas participantes cuentan con un equipo de cómputo, el 84% con equipo de escritorio y el 16% portátil. De estas empresas, el 95% utilizan el servicio de internet.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

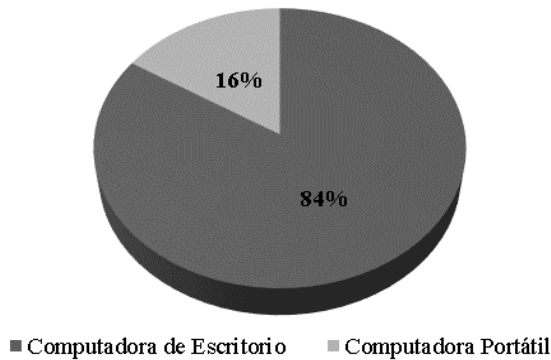
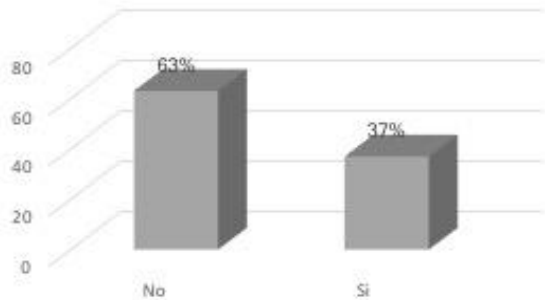


Figura 3. Equipo de cómputo utilizado en empresas en el estado de Morelos.

La importancia de un sitio web radica en el posicionamiento que una empresa pueda tener en el mercado. En la figura 4 se identifica que el 63% de empresas (muestra) en Estado de Morelos no cuentan con un sitio web y el resto sí.



Categoría	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Servidores	No	78	78	78.0
	Si	22	22	100.0
Acceso a Internet	No	5	5	5.0
	Si	95	95	100.0
Página web	No	63	63	63.0
	Si	37	37	100.0
Facebook	No	68	68	68.0
	Si	32	32	100.0
Twitter	No	89	89	89.0
	Si	11	11	100.0
Correo electrónico	No	41	41	41.0
	Si	59	59	100.0
Comercio electrónico	No	72	72	72.0
	Si	28	28	100.0

Figura 4. Sitio web de empresas en el estado de Morelos.

De las empresas que cuentan con algún equipo de cómputo, más de la mitad utilizan una conexión de red Inalámbrica, 13% conexión alámbrica, 10% cuentan con los dos tipos de conexiones y la diferencia no tienen conexión de red.

El acceso a servidores hace que las empresas tengan mayor seguridad y control de su información, por lo que la quinta parte de las empresas participantes cuentan con este servicio.

Actualmente, el uso de las redes sociales se ha convertido para muchas empresas en una herramienta de comunicación social con sus clientes reales y potenciales. En la figura 5 se muestran los resultados del diagnóstico realizado a empresas en el estado de Morelos, que identifica el uso de las redes sociales Facebook y twitter el cual se accede por medio de una computadora, tableta o teléfonos celulares inteligentes. En donde el 68% de las empresas no utilizan Facebook y el 89% tampoco el twitter. Sin embargo, una tercera parte de las empresas si utilizan el Facebook y un 11% el twitter.

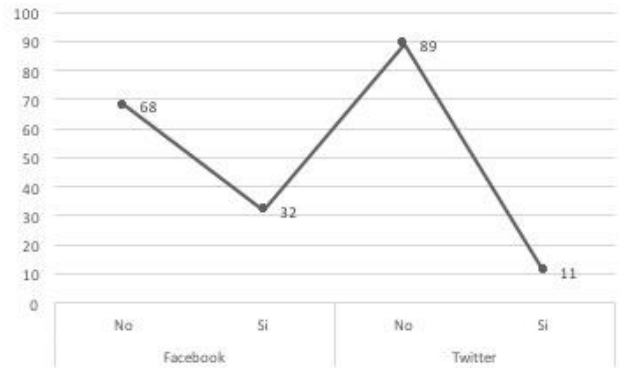


Figura 5. Uso de las redes sociales Facebook y Twitter en empresas del estado de Morelos

Más de la mitad de las empresas participantes tienen un correo electrónico oficial para mantener comunicación entre clientes, proveedores, u otros interesados en productos o servicios que ofrece la compañía.

El comercio electrónico es una herramienta que se utiliza para la comercialización de productos o servicios. En el resultado del diagnóstico se observa que el 72 % de las empresas (muestra) no realizan comercio electrónico, sin embargo, el 28% refiere utilizarlo como parte de su estrategia de comercialización.

A continuación, se presenta un concentrado de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la muestra poblacional de 100 empresas de los sectores: comercio y servicios en el estado de Morelos. Ver tabla 2.

Tabla 2. Resultados generales del diagnóstico a empresas en el estado de Morelos.

## CONCLUSIONES

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

La adopción de las Tecnologías de Información y Comunicación en las empresas, coadyuva al logro de los objetivos organizacionales, mejora el desempeño en las empresas y el proceso de la toma de decisiones.

Como resultado del análisis del diagnóstico, la mayoría de las empresas cuentan con un equipo de cómputo en sus instalaciones y conexión a internet, muchas de ellas no tienen una página web para la comercialización electrónica de sus productos o servicios.

Como parte de las áreas de oportunidad detectadas, las empresas no se encuentran inmersas en el uso de las redes sociales (Facebook y twitter) que permite tener mayor comunicación entre dos o más partes.

Se alcanzó el objetivo general planteado al inicio del proyecto, concluyendo que las empresas que utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación reducen costos para dar a conocer los productos o servicios, identifican las oportunidades que contribuyan a generar valor y satisfacción del cliente, logran mayor ventaja competitiva y oportunidades para mantenerse en el mercado.

### REFERENCIAS

- [1] Casalet, M. & Leonel, G. (2004). Las Tecnologías de la Información en las Pequeñas y Medianas Empresas Mexicanas. Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.
- [2] Demuner, M. D. Nava, R. M. & Gómez, M. D. (2007). Las Tecnologías de Información y Comunicación en las Resúmenes Pequeñas y Medianas Empresas. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.
- [3] Demuner, M. D. Becerril, O. U. & Nava, R. M. (2014). Tecnologías de Información y Comunicación en Pymes Mexicanas. Revista Global de Negocios, 2014
- [4] De Jesús, J. E. (2013). [www.eoi.es](http://www.eoi.es). Recuperado el 13 de septiembre de 2018, de <http://www.eoi.es/blogs/mtelcon/2013/02/06/las-Tics-y-la-gestion-empresarial/>
- [5] Galo, E. (2017). Las Tics en las Empresas: Evolución de la Tecnología y Cambio Estructural en las Organizaciones. Dominio de las Ciencias.
- [6] Saavedra, M. L., & Tapia, B. (2013). El Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación Tic en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Mipyme) Industriales Mexicanas. Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento.
- [7] Saavedra, M. L., & Zúñiga, E. A. (2011). Importancia de la Utilización de las Tic en las Mipyme
- [8] Rojas, G. A. (2012). Diagnóstico de la Implementación de las Tic Para el Comercio Electrónico en el Sector de Joyas Bucaramanga en el Año 2012. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.
- [9] INEGI. (2016). Estadísticas Detalladas sobre las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas del País. INEGI, México.
- [10] Mejía, A. O. (Octubre de 2017). Personal Calificado en la Industria de las Tics en México: El Caso de las Mipymes. Gestión de la Innovación para la Competitividad, 10.
- [11] Figueroa, E. G. (2015). Rentabilidad y Uso de Comercio Electrónico en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas del Sector Comercial. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.
- [12] Entrepreneur. (2008). [www.entrepreneur.com](http://www.entrepreneur.com). Obtenido de Entrepreneur: <https://www.entrepreneur.com/article/260923>
- [13] González, L. A., Ibarra, M. A. & Cervantes, K. E. (2017). El Impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Industria Manufacturera de Baja California. Región y Sociedad.
- [14] Maldonado, G., Martínez, M. D., García, D., Aguilera, L., & González, M. (2010). La Influencia de las Tics en el Rendimiento de la Pyme de Aguascalientes. Investigación y Ciencia.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## La Gestión de Riesgos y los SGSI (Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información)

Nathaly Jaimes Iguavita  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
+57 312 5562511

nathalyjaimes@correo.udistrital.edu.co

Héctor J. Fúquene Ardila  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
+57 321 2897633

hfquene@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Este documento, presenta un planteamiento general de los SGSI "Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información" haciendo énfasis en la inconmensurable importancia que en la actualidad representa el garantizar la seguridad de la información de una forma estandarizada e integral en donde todos los involucrados en una organización son claves para que este proceso resulte exitoso. Las bases fundamentales para el aseguramiento de la información son propuestas en estándares como los estipulados en la ISO 27001 que hace parte de la serie ISO/IEC 27000.

### ABSTRACT

This document presents a general approach to the ISMS "Information Security Management Systems" emphasizing the immeasurable importance that currently represents guaranteeing information security in a standardized and comprehensive manner where all those involved in an organization are key for this process to be successful. The fundamental bases for the assurance of information are proposed in standards such as those stipulated in ISO 27001 that is part of the ISO / IEC 27000 series.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Gestión de riesgos, seguridad, ISO27001 y SGSI.

### Términos Generales

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Gestión de riesgos en seguridad informática

### Palabras clave

SGSI, Seguridad, PHVA, ISO 27001, Gestión.

### Keywords

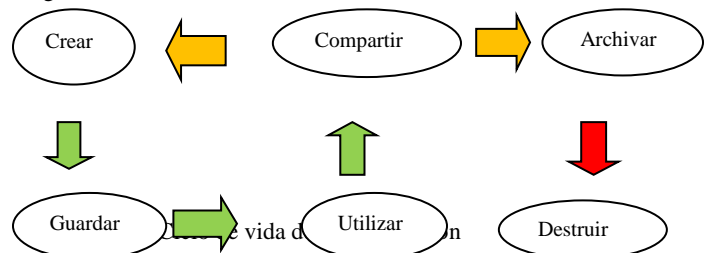
ISMS, Security, PDCA, ISO 27000, Management

### INTRODUCCIÓN

Dentro de la sabiduría popular hay el dicho de que "Lo único seguro en la vida es la muerte" lo cual lo podíamos asumir como una máxima para el tema de estudio que nos ocupa en esta oportunidad. Dentro de las cosas más preciadas en la actualidad está la información y todo lo relacionado con su producción, almacenamiento, procesamiento y su transferencia local o global según la necesidad particular, y por su puesto todo lo relacionado con la seguridad de esta. Es así como debemos conocer los mecanismos, servicios, software, hardware, algoritmos, modelos, técnicas y todos los elementos adicionales que constituyen un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI).

### ¿Pero qué es un SGSI?

Antes de comenzar a hablar de los Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información SGSI es conveniente plantear el ciclo de vida de la información la cual nos debe permitir identificar los riesgos presentes en cada una de las etapas, ver figura No. 1.



Si bien es cierto que todas y cada una de las etapas reviste especial cuidado hay algunas en las cuales se debe hacer mayor

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

énfasis, como en aquellos casos en el que tengamos que compartir información bien sea a nivel local o a nivel global, pues debemos ser conscientes que los riesgos se incrementan. Otro aspecto a resaltar es cuando el proceso o procesos los hacemos de manera desprevénida o no lo hacemos como es el caso de la eliminación de información. Veamos ahora algunas generalidades de los SGSI.

Un SGSI es el concepto central sobre el que se construye la norma de la Organización Internacional de Estándares ISO 27001 que describe cómo gestionar la seguridad de la información de una empresa. Este es un proceso que debe ser sistemático, documentado y conocido por toda la organización. La filosofía de la norma ISO 27001 se basa en la *gestión de riesgos*, es decir los identifica para luego implementar las medidas de seguridad.

En la Figura No. 2 Se presentan los elementos a tener en cuenta en la implementación de un SGSI y que se abordaran en este documento.

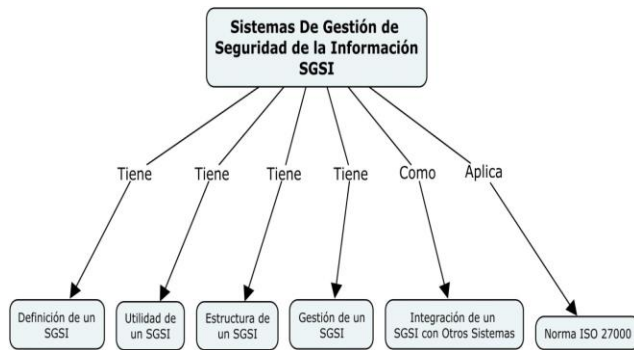


Figura N. 2: Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información SGSI Fuente: Elaboración propia.

## ¿Pero qué es un SGSI?

Es el conjunto de políticas de administración de la información y está dividida en once secciones y un anexo, de las cuales algunas son opcionales y otras son de obligatorio cumplimiento. Se entiende por información todo aquel conjunto de datos organizados en poder de una entidad que posean valor para la misma, independientemente de la forma en que se guarde o transmita (escrita, en imágenes, oral, impresa en papel, almacenada electrónicamente, proyectada, enviada por correo, fax o e-mail, transmitida en conversaciones, etc.), de su origen (de la propia organización o de fuentes externas) o de la fecha de elaboración. Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información (s.f.) Recuperado de internet el 15 de julio de 2018. [www.ISO2700.es](http://www.ISO2700.es).

En términos un poco más técnicos la seguridad en la información consiste en garantizar la *confidencialidad*, *integridad* y *disponibilidad* de esta y de todos los sistemas involucrados en el procesamiento dentro de la empresa; que, mediante un uso sistemático, documentado y conocido por toda la organización, desde un enfoque de *riesgo* empresarial el cual

conlleva a producir lo que se conoce como un SGSI. Ver figura No. 3.



Figura N. 3: Enfoque de riesgo de los SGSI

Fuente: [www.ISO27001.es](http://www.ISO27001.es)

## Utilidad de un SGSI

La información, junto a los procesos y sistemas que hacen uso de ella, son activos muy importantes de una organización. La confidencialidad, integridad y disponibilidad de información sensible pueden llegar a ser esenciales para mantener los niveles de competitividad, rentabilidad, conformidad legal e imagen empresarial necesarios para lograr los objetivos de la organización y asegurar beneficios económicos.

Mediante un SGSI la organización conoce los riesgos a los que se expone permanentemente la información, los puede identificar, controlar y minimizar de forma sistemática, documentada y que es de dominio de toda la organización y que se puede estar actualizando de forma permanente.

## Estructura de un SGSI

Un SGSI incluye el manual de seguridad, el compendio de procedimientos a seguir en caso de ataques, debe incluir la documentación y los instrumentos necesarios para su recolección y los registros de todas las acciones que servirán como evidencia objetiva del cumplimiento de los requisitos y están asociados a los demás constitutivos de SGSI. Ver figura No. 4.



Figura N. 4: Estructura de un SGSI

Fuente: [www.ISO27001.es](http://www.ISO27001.es)

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El manual de seguridad o manual de calidad es el documento que contiene el enfoque general de todo el SGSI; es el que expone y determina las intenciones, los alcances, los objetivos, las responsabilidades y las políticas del mismo.

Los procedimientos son la documentación que se da en el nivel operativo con los cuales se asegura que se realizan de manera eficaz la planificación, operación y control de los procesos de seguridad de la información.

Las instrucciones, checklists y formularios son utilizados para describir como se realizan las tareas y las actividades específicas referentes a la seguridad de la información.

Los registros son documentos utilizados para proporcionar una evidencia objetiva del cumplimiento de los requisitos del SGSI.

Adicionalmente la SIO 27001 indica que un SGSI debe estar formado por los siguientes documentos:

Documento que indique el alcance del SGSI.

Documento que contenga la política y objetivos de seguridad del SGSI.

Documento que contenga los procedimientos y mecanismos de control que soportan al SGSI.

Documento que contenga el enfoque de evaluación de los riesgos del SGSI.

Documento con el informe de evaluación de los riesgos del SGSI.

Documento contenga el plan de tratamiento de los riesgos del SGSI.

Se debe contar con la documentación de todos los procedimientos y registros del SGSI, igualmente se debe contar con la declaración de la aplicabilidad la cual debe contener los objetivos de control y los controles contemplados por el SGSI.

Además, se debe contar con procedimientos bien definidos para el control de toda la documentación anterior en donde se estipule quien revisa, quien aprueba y los responsables encada uno de los casos.

## ¿Cómo se gestiona un SGSI?

Para establecer y gestionar un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información con base a ISO 27001, se utiliza el ciclo continuo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), tradicional en los sistemas de gestión de la calidad y de mejora continua.

**Planear:** Es la fase del diseño del SGSI en la que se realiza la evaluación de riesgos de seguridad de la información y se hace la selección de los controles adecuados. Ver figura No. 5.

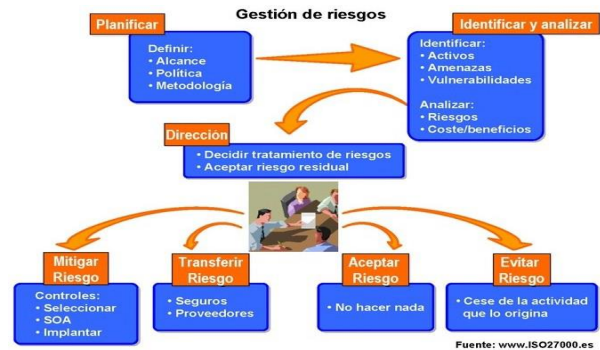


Figura N. 5: Gestión de los riesgos en un SGSI

Fuente: www.ISO27001.es

**Hacer:** Esta fase involucra la implementación e implantación de los controles tendientes a minimizar los riesgos en la información.

**Verificar:** El objetivo de esta fase es revisar y evaluar el desempeño del SGSI, es decir medir su eficiencia y su eficacia.

**Actuar:** En caso de que la evaluación lo sugiera, se deben realizar los cambios necesarios para garantizar un máximo rendimiento del SGI.

Este proceso debe ser cíclico y en muchos de los procesos su ejecución y seguimiento debe realizarse a diario.

## ¿Cómo se integra un SGSI con otros sistemas?

Un SGSI es, en primera instancia, un sistema de gestión, es decir, una herramienta de la que dispone la gerencia para dirigir y controlar un determinado ámbito, en este caso, la seguridad de la información. La gestión de las actividades de las organizaciones se realiza, cada vez con más frecuencia, según sistemas basados en estándares internacionales: se gestiona la calidad según ISO 9001, el impacto medio-ambiental según ISO 14001 o la prevención de riesgos laborales según OHSAS 18001. Ahora, se añade ISO 27001 como estándar de gestión de seguridad de la información. La norma ISO 27001 en su anexo C contempla punto a punto su relación con las demás normas.

## ¿Quiénes son los responsables del éxito de un SGSI?

Como se planteó inicialmente un SGSI involucra a todos los departamentos y personas de una compañía, por tanto es responsabilidad compartida tanto del éxito como del fracaso su implementación; sin embargo al ser un SGSI un sistema de gestión (en este caso de seguridad de la información), son los directivos de las compañías los que deben ostentar la mayor responsabilidad; son quienes deben determinar la implementación, operación, monitorización, revisión,



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

mantenimiento y mejora de todo el SGSI. Algunas acciones específicas de la dirección son:

- Establecer la política de seguridad de la información.
- Asegurarse de que se establecen los objetivos y planes del SGSI.
- Establecer roles y responsabilidades de seguridad de la información.
- Comunicar y sensibilizar al personal sobre la importancia de un SGSI para la compañía.
- Asignar suficientes recursos al SGSI
- Definir los criterios de aceptación de riesgos y sus correspondientes niveles.
- Asegurar la realización de auditorías internas.
- Realizar las revisiones del SGSI.
- Norma ISO 27000

La Organización Internacional de Estándares ISO contempla un extenso número de normas dentro de la familia ISO 27000. Esta estandarización contiene las definiciones y los términos que se utilizan dentro de toda la serie ISO 27000. A continuación, presentamos algunas normas concernientes al tema de seguridad de la información:

**ISO 27001:** Hace parte de la serie ISO/IEC 27000, su última actualización se efectuó en el año 2013 y es la norma principal de toda la serie ya que incluye todos los requisitos del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información SGSI en las organizaciones. Podemos igualmente anotar que es un conjunto de estándares desarrollados o en fase de desarrollo por ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission), que proporcionan un marco de gestión de la seguridad de la información utilizable por cualquier tipo de organización, pública o privada, grande o pequeña.

**ISO 27002:** Es un manual de buenas prácticas en donde se describen los objetivos de control y las evaluaciones recomendadas en cuanto a la seguridad de la información.

**ISO 27003:** Es un manual para implantar un SGSI, además, proporciona la información necesaria para la utilización del ciclo PHVA del cual se hablo en un aparte anterior.

**ISO 27004:** Este estándar contempla y especifica las técnicas de medida y las métricas que son aplicables a la determinación de la eficacia de un SGSI y sus controles.

**ISO 27005:** Contempla las directrices para la gestión del riesgo en la seguridad de la información

**ISO 27006:** Especifica todos los requisitos para lograr la certificación de SGSI.

La norma contempla estándares adicionales todos referentes al tema de seguridad de la información, estos datos los podemos consultar y complementar en la web: <https://www.isotools.org/2015/01/21/familia-normas-iso-27000/>

*Los SGSI y el gobierno en línea*

El gobierno colombiano mediante su “estrategia de gobierno en línea” en cabeza del ministerio TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), estableció un documento guía para la implementación de los SGSI. Adicionalmente, mediante la expedición de la directiva presidencial 02 de 28 de agosto de 2000, establece la obligatoriedad para las entidades públicas de cumplir con dicha estrategia con el fin de integrar a los diferentes actores en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones y con ello principalmente proporcionar al ciudadano los servicios de las entidades estatales a través de Internet. Lo anterior se complementó con la ley 790 de 2002 y 962 de 2005 y con algunos decretos (1151 de 2008, 2693 de 2012) y artículos sobre el particular.

## CONCLUSIONES

Al incrementarse el uso de las TICs en las actividades realizadas por las empresas cotidianamente hace que la información privada esté expuesta a posibles ataques de delincuentes informáticos y en necesario establecer políticas claras en la recolección, almacenamiento, procesamiento y transferencia de la información permitirá garantizar la seguridad y tener mayor control en su acceso y uso.

La concientización permanente sobre la importancia de la seguridad de la información de todo el personal involucrado en una organización se verá reflejada en la integridad y privacidad de todos los datos que redundará en el éxito de la compañía.

La aplicación de estándares a todos los procesos de una organización redundará en la obtención de ventajas con la competencia y permitirá la adopción de mejores decisiones que representen réditos económicos y permanencia en el mercado.

La confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de la información son aspectos que en la actualidad no se pueden considerar como secundarios, pues de ellos depende que los activos de información que se posean no se escapen, se alteren y se puedan utilizar cuando corresponda.

## REFERENCIAS

- [1] Stallings, William. (2005) “*Fundamentos de Seguridad en redes, aplicaciones y estándares*”. Editorial Pearson / Printice Hall.
- [2] Andrew, Fernando / Izaskun Pellerejo / Amaia Lesta. (2006) *Fundamentos y Aplicaciones de Seguridad en Redes WLAN*. Marcombo S.A.
- [3] Vásquez, Nicolás Barcia y otros. (2008) *Redes de Computadores y arquitecturas de Comunicaciones*. Pearson / Prentice Hall

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [4] Areitio, Javier. (2008) *Seguridad de la información: Redes informáticas y sistemas de información*. Paraninfo.
- [5] Sergio de los Santos. (2013). *Una al día, 16 años de seguridad informática*. HispasecSistemas.
- [6] Muñoz Muñoz, Alfonso. (2014) *Cifrado de las comunicaciones digitales de la cifra clásica al algoritmo RSA*. 0Xword.
- [7] García, Juan Luis et al, *Esquema Nacional de Seguridad con Microsoft*, 0xWord.2014
- [8] BehrouzA,Forouzan.(2001).*Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones*. Madrid: McGrawHill.
- [9] JoyanesA,Luis.(2015).*Sistemas de Información en la empresa*. México: Alafaomega.
- [10] Ariganelo Ernesto et al, (2010). *Redes CISCO CCNP a Fondo*. México: Alafaomega.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Metodología de mantenimiento predictivo 4.0 para asegurar procesos de producción.

Miguel Ángel Luna Pérez  
Instituto Politécnico Nacional  
SEPI ESIME Zacatenco  
(52)(55)41871887  
miguel\_lunap92@hotmail.com

Graciela Vázquez Álvarez  
Instituto Politécnico Nacional  
SEPI ESIME Zacatenco  
(52)(55) 57296000  
gravazquez@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La industria 4.0 implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos.

De una forma simple, se puede decir que se trata de una industria donde las máquinas de producción están digitalizadas, interconectadas, y manejan e interrelacionan cantidades ingentes de datos (conocidos como Big Data), para aprovechar mejor sus funcionalidades y ser así más efectivas y eficientes.

El mantenimiento industrial ha sufrido una gran evolución en los últimos años. Las nuevas tecnologías permiten a las empresas industriales adelantarse a los problemas y optimizar procesos y rendimientos productivos.

El impulso de la cuarta revolución industrial gracias a los avances del Internet de las cosas (IoT), la automatización y la robótica, tecnologías que, junto con los análisis y los sistemas de Big Data, constituyen elementos clave en esta nueva era.

En la industria, existen fábricas inteligentes con mantenimiento automatizado y la eficiencia está mejorando de forma considerable. La idea es llevar “más inteligencia” al área de mantenimiento, basadas en la información que les llega en

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

tiempo real, ayudándose de datos esenciales que antes pasaban desapercibidos o “demoraban” en llegar.

Se conoce como mantenimiento predictivo al conjunto de acciones y técnicas aplicadas para detectar los posibles fallos y/o defectos que se puedan generar en las máquinas en las etapas incipientes de su proceso.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera. 8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.

### ABSTRACT

Industry 4.0 implies the promise of a new revolution that combines advanced production techniques and operations with intelligent technologies that will be integrated into organizations, people and assets.

In a simple way, it can be said that it is an industry where the production machines are digitized, interconnected, and handle and interrelate huge amounts of data (known as Big Data), to take better advantage of their functionalities and thus be more effective and efficient

Industrial maintenance has undergone a great evolution in recent years. New technologies allow industrial companies to anticipate problems and optimize production processes and yields.

The momentum of the fourth industrial revolution thanks to the advances of the Internet of Things (IoT), automation and

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

robotics, technologies that, together with the analysis and Big Data systems, constitute key elements in this new era.

In the industry, there are smart factories with automated maintenance and the efficiency is improving considerably. The idea is to bring "more intelligence" to the maintenance area, based on the information that comes to them in real time, using essential data that previously went unnoticed or "delayed" in arriving.

It is known as predictive maintenance to the set of actions and techniques applied to detect possible failures and / or defects that can be generated in the machines in the incipient stages of their process.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Robustness

Failure prediction

Failure recovery, maintenance and self-repair

Redundancy

Self-checking mechanisms

System-level fault tolerance

Applied computing

Enterprise computing

Business process management systems

## Términos Generales

Análisis de datos

Procesamiento analítico en línea

## Palabras clave

Mantenimiento predictivo, industria 4.0, Big data, automatización, robót, sistemas Lean.

## Keywords

Predictive maintenance, industry 4.0, Big data, automation, robotic, Lean systems.

## INTRODUCCIÓN

En el pasado han ocurrido tres revoluciones industriales; en la primera, se introdujeron equipos impulsados por vapor para la producción mecánica; en la segunda, la producción se vio impulsada por energía eléctrica, dando paso a la producción en masa y se introdujo el concepto de división de tareas; mientras que en la tercera —en la que nos encontramos actualmente—, se utiliza la electrónica e informática para la producción automatizada. [1]

A pesar de su reciente surgimiento, la industria 4.0 puede considerarse como la cuarta revolución industrial, en la que las formas de producción hacen uso de sistemas físicos cibernéticos para crear una industria más flexible y de carácter

reconfigurable, es decir, que la estructura de una fábrica se pueda modificar para poder producir diferentes productos.

“Un sueño que se tiene en la industria es que podamos tener todo personalizado, que nosotros podamos mandar a fabricar algo desde una aplicación y tenerlo como lo deseamos (...) ¿Por qué viene esta personalización? Porque tenemos cierta diferenciación entre nosotros”, dijo el maestro Sosa Cruz. [2]

Dentro de esta nueva industria actúan nueve tipos de avances tecnológicos recientes: el big data y análisis de datos, los robots autónomos, la simulación de procesos en computadora, sistemas de integración, internet de las cosas aplicado a la industria, ciberseguridad, almacenamiento de información en la nube, impresión 3D o manufactura aditiva y la realidad aumentada.

Estos nueve elementos trabajan en conjunto para analizar los datos y variables de una fábrica y de la elaboración de sus productos, logrando optimizar aún más los procesos de fabricación, lo cual se traduce en una producción de bienes de alta calidad de forma rápida y a un costo reducido. [4]

## Mantenimiento 4.0

El mantenimiento toma un papel preponderante en esta cuarta revolución industrial, en la medida en que casa perfectamente con los principios de anticipación, eficiencia y eficacia de la «fábrica inteligente».

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento que se diferencia del ya conocido mantenimiento correctivo (que repara las máquinas una vez producido el fallo)

Los fallos que se predicen con el mantenimiento preventivo evitan las paradas de la maquinaria por fallos, con lo que las pérdidas económicas causadas por estas paradas imprevistas de la producción se previenen, y se garantiza no solo el flujo continuo de la producción, sino el flujo de la economía. [7]

El mantenimiento predictivo es el conjunto de acciones y técnicas aplicadas para detectar los posibles fallos y/o defectos que se puedan generar en las máquinas en las etapas incipientes de su proceso.

Las ventajas de este mantenimiento son básicamente tres:

**Planificación y programación de las acciones:** Al ser predictivo, el fallo se detecta con suficiente antelación, con lo que se favorece que el mantenimiento correctivo se realice con más calidad. Las predicciones pueden llevarse a cabo en las paradas técnicas del servicio, con lo que no se pierde operatividad ni volumen de producción.

**Es una técnica on-condition:** Es decir, la mayoría de técnicas de mantenimiento predictivo se llevan a cabo con la maquinaria a pleno rendimiento (on condition).

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

**Es un mantenimiento proactivo:** A diferencia del correctivo, se predice lo que puede pasar, con lo que se pone remedio antes de tiempo, respetando el work-flow de la empresa y ofreciendo una mayor calidad en el servicio.

Los desarrollos tecnológicos de la Industria 4.0 permiten hacer posible la integración total de la cadena de valor desde el cliente que podrá intervenir en el diseño del producto hasta el servicio pos venta a través de sistemas tecnológicos, lo suficientemente versátiles e inteligentes. Sin embargo la pregunta es la siguiente: cómo se estructurará el trabajo en este tipo de industrias?.

Definitivamente un trabajador en este entorno es una persona altamente calificada en mecatrónica, informática y telecomunicaciones. No será un operador común. Será un técnico muy preparado que asumirá las labores de operación y coordinación. [3]

Los equipos productivos estarán repletos de ciber componentes con capacidad de auto aprender, tomar decisiones y actuar en base a la información procedente de la nube. Serán muy fiables debido al desarrollo de la tecnología de materiales, sistemas de autodiagnóstico y muy elevada precisión en su fabricación. Al estar dotados los ciber componentes de capacidad de comunicación con la nube, estos generarán gran cantidad de información sobre su funcionamiento, en forma similar como son monitoreados todos los signos vitales de un astronauta cuando viaja al espacio.

Las grandes bases de datos permitirán tratar en tiempo real los problemas de la maquinaria y a través de las tendencias de los datos a largo plazo guardados en la nube, se podrá descifrar comportamientos inesperados de los componentes. El trabajo de mantenimiento se fundamentará en el tratamiento avanzado de gran cantidad de datos. Los modelos de optimización de tiempos de remplazo y tiempos de inspección con métodos de investigación operacional y optimización estadística, será un trabajo cotidiano realizado por expertos de ingeniería de mantenimiento. En este entorno serán muy útiles las paradas productivas, término en que las personas encargadas de la operación de los equipos, se toman para realizar las tareas fundamentales de mantenimiento tales como inspección, limpieza, lubricación y ajustes, necesarios, aunque se trate de un conjunto de ciber componentes. [6]

La tecnología no es todo. Estos sistemas altamente sofisticados nunca alejarán al hombre del trabajo de coordinación entre personas, la cual se realiza a través de procesos de conversación. Este es el punto clave para que estos sistemas tecnológicos funciones con niveles elevados de eficiencia. En forma similar como los sistemas Lean requieren de un espacio cultural de coordinación con otras personas, la Industria 4.0 no podrá realizar la coordinación a través de máquinas. Será necesario el hombre y los procesos de conversación. La forma como se diseñen las conversaciones será fundamental para lograr los más elevados resultados con la tecnología. Por lo tanto, la estructura de gobierno en este tipo de industrias estará dependiendo de

nuevos modelos de gestión soportados con procesos de diálogo y conversación. [5]

En la conversación no solo existe información que se transfiere, son las formas como se pide o solicita algo, las emociones existentes en el momento en que se pide y escucha, como también, la postura del cuerpo de la persona que hace el pedido o la que acepta o rechaza la solicitud.

Este tipo de habilidades de conversación para fortalecer las nuevas formas de trabajo y el liderazgo de los responsables, aún no se ha desarrollado y mucho menos, no se está practicando en las organizaciones industriales. Es necesario no deshumanizar los sistemas de gestión en este tipo de entornos tecnológicos, de lo contrario, puede ocurrir lo que les sucede a numerosas empresas que están tratando de implantar sistemas Lean, pero sin alma, sin considerar a las personas, la cultura de empresa, las emociones de los individuos y empleando sistemas de gestión de mando y control característicos de la Primera Revolución Industrial.

La gestión de fábricas 4.0 deberá ser radicalmente distinta. La autonomía, elevado desarrollo del talento, salarios extraordinarios y una organización que retenga a estas personas será un requisito fundamental para que este tipo de tecnología funcionen correctamente. No se pueden introducir cambios tecnológicos de semejante magnitud sin considerar el proceso de transformación y renovación de la organización, cultura y sistemas de gestión operacional. [8]

## OBJETIVOS.

### General

Diseñar una metodología de mantenimiento predictivo para la industria 4.0 mediante el monitoreo en tiempo real de los componentes, empleando las herramientas que implican el uso de la industria inteligente.

### Objetivos Específicos

- Definir los niveles y fases a seguir de la metodología de mantenimiento predictivo para la industria 4.0
- Describir las herramientas necesarias en cada fase de la metodología.
- Construir una metodología que se adecue al comportamiento de la Industria 4.0 utilizando las herramientas que la conforman.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología propuesta en el desarrollo de esta investigación es de carácter sistémico, en la que se definen los niveles y fases a seguir para posteriormente describir las diferentes herramientas requeridas para el uso de los servicios, todo esto para que se adecue al comportamiento de la industria 4.0, cuyo



# CICOM 2018



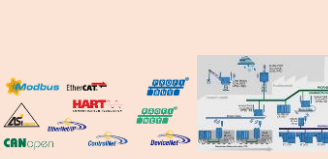
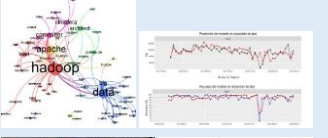


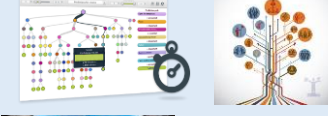

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

orden obedece a la forma en que se encontró deben ser utilizadas.

La metodología propuesta está compuesta de 3 niveles que deben seguirse para llevar a cabo un correcto mantenimiento predictivo, a su vez cada nivel está compuesto por fases que toda industria que pretenda ser catalogada como 4.0 debe considerar. Véase tabla 1

Tabla 1. Metodología Propuesta (ManPre 4.0)

Nivel A Operativo	Fase 1 Sensores	
	Fase 2 Datos	
Nivel B Técnico	Fase 3 Conectividad	
	Fase 4 Analítica	
Nivel C Tecnológico	Fase 5 Monitoreo	
	Fase 6 Reporteador	
	Fase 7 Toma de decisión	
	Fase 8 Ejecución	

## Nivel Operativo.

Es aquel donde interviene el ser humano de él depende la correcta instalación de los sensores y dispositivos que tendrán conexión a un procesador para adquirir información. Este nivel está compuesto de una sola fase.

**Fase 1 Sensores:** Son aquellos que se encargan de mandar las señales permisivas, arranque y paro de los equipos, es en esta fase donde también se toman en cuenta dispositivos como válvulas, motores y variadores, de los cuales también se pueden obtener señales a monitorear.

## Nivel Técnico

Es aquí donde se requiere de mano de obra calificada con la intención de poder tener una conexión a procesadores en donde se tiene la lógica de funcionamiento y obtención de datos. Este nivel está compuesto por 2 fases:

**Fase 2 Datos:** Esta fase es donde una vez teniendo todos los dispositivos conectados a un procesador se procede a guardar en memoria de este el historial del comportamiento.

**Fase 3 Conectividad:** Una vez establecida la conexión con los procesadores se debe establecer la conexión entre procesadores para monitoreo de variables críticas, es también aquí donde se requiere de un switch capa 3 con la intención de que las variables de proceso sean llevadas a nivel de monitoreo en oficina.

## Nivel Tecnológico

Este nivel es donde se realizará de manera novedosa la propuesta en este artículo, ya que en la actualidad la metodología de mantenimiento predictivo solo tiene dos niveles.

En este nivel se propone hacer uso de las tecnologías que forman parte de la industria 4.0, como es Big data, simulación y robótica colaborativa, las fases que la conforman son:

**Fase 4 Analítica:** Esta fase es la encargada de almacenar toda la información entregada por los diferentes dispositivos instalados en campo para después darle un tratamiento a los datos.

Esto se realizará de cuatro métodos matemáticos que se identifican de la siguiente forma:

## Analítica Predictiva

Está basada en métodos matemáticos avanzados que incluyen análisis estadísticos, minería de datos, modelados predictivos, aprendizaje de una máquina, entre otros. Su función consiste en pronosticar eventos que ocurrirán en el futuro gracias al desarrollo de un modelo de predicción. Las aplicaciones más importantes de la analítica predictiva son:

- Predicción de fallos y alarmas.
- Estimación de demanda.
- Predicción de resultados de procesos según los valores de las variables (p.ej. modelo de detección de anomalías en la calidad de un producto).

En cuanto a la analítica predictiva se identifican 4 tipos de familias de algoritmos: [11]

- Algoritmos de clasificación y predicción: Quest, Chaid, C.5.0, lista de decisión, regresión lineal, etc.
- Algoritmos de asociación: a priori, carma, reglas de asociación, etc.
- Algoritmos de segmentación: K-medias, Kohonen, TwoStep, etc.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Algoritmos de automodelado: Autoclasificador, Autonumérico, Autocluster, etc.

### *Analítica descriptiva*

Su función consiste en describir, diagnosticar y descubrir qué tendencias y patrones están ocurriendo en un proceso determinado a partir del estudio de datos históricos o en tiempo real. Las aplicaciones más importantes de la analítica descriptiva son:

- Visualización en tiempo real de datos.
- Visualización avanzada de información (p.ej. Creación de tablas comparativas con flexibilidad de variables y generación de reportes Ad hoc).
- Estadística descriptiva de procesos y detección por medio de PCA (p.ej. detección de anomalías en la producción).

### *Analítica prescriptiva*

Su función consiste en definir qué acciones tomar para obtener los mejores resultados en un proceso. Se apoya en modelos predictivos, simulación de escenarios, reglas localizadas y técnicas de optimización para poder transformar datos en recomendación de acciones para llegar a un resultado deseado. Este nivel de analítica es el más completo y robusto. Se sirve de técnicas como procesamiento de eventos complejos, redes neuronales, aprendizaje heurístico, “machine learning”, entre otras.

Esta área, además, tiene un potencial de crecimiento enorme (21% incremento del CAGR entre 2016-2021).

Las aplicaciones más importantes de la analítica prescriptiva son:

- Creación de escenarios para la recomendación de acciones.
- Identificación de mejores resultados de manera autónoma.
- Actualización proactiva de las recomendaciones de acciones debido a variación de sucesos.

**Fase 5 Monitoreo:** Una vez detectados los datos más relevantes, serán capaces visualizar tendencias estadísticas para fines de observar los datos históricos.

**Fase 6 Reporteador:** Es aquí donde tomando en cuenta esos datos críticos se obtendrá un reporte a detalle donde indique la parte dañada y su tiempo que resta antes de paro para su solución.

Los reportes de la información obtenida también pueden sufrir cierta digitalización. Hace menos de 10 años que se pasó de los informes pdf a plataformas de gestión en la red que brindan información del estado de los activos mediante iconografías para su fácil revisión. La evolución lógica de estos procedimientos era integrarlos en las plataformas MES (Manufacturing Execution System, por sus siglas en ingles), Sistema de

mantenimiento y seguimiento de inventario. y ERP (Enterprise Resource Planning, por sus siglas en ingles), Sistema de planificación de recursos empresariales, ahora será una realidad tenerlos en estas plataformas.

**Fase 7 Toma de decisiones:** Obteniendo los datos más relevantes, críticos e historial de comportamiento se podrá dar un tratamiento más especializado con la intención de tener predicciones de comportamientos futuros.

**Fase 8 Ejecución:** con todo esto el jefe de mantenimiento tendrá un amplio panorama sobre que acción ejecutar sin necesidad de tener una amplia experiencia de campo.

## PROCESOS DE DESARROLLO

Para la primer parte de esta investigación se analizó el modelo de fusión de datos

Este modelo consta de una actividad formada por cuatro estados cíclicos que se desarrollan en el siguiente orden:

1. Detección y procesamiento de la señal: la información se colecta y pre-procesa.
2. Extracción de patrones: con la información pre procesada, se extraen los patrones y se fusionan para crear los contextos necesarios.
3. Decisión: los contextos son procesados y se establecen las acciones a seguir.
4. Etapa de actuación: se elige el plan a seguir.

En la Figura 1, se muestra un diseño de modelo de mantenimiento predictivo en Industria 4.0; en ella se muestran las diferentes etapas que lo constituyen.

Basándose en el modelo, se inicia con un proceso de recolección de datos no estructurados, a partir de redes de sensores; luego mediante la aplicación de técnicas y algoritmos de fusión de datos se extraerán patrones.

La aplicación de este modelo permitió la creación de la Metodología de mantenimiento predictivo 4.0 para asegurar procesos de producción aquí propuesta.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 1. Diseño de modelo de mantenimiento predictivo

## RESULTADOS

Este es un tema con una gran importancia en la industria, el cual, está en crecimiento por lo que este trabajo busca dar una propuesta de cómo se llevará a cabo la planificación del mantenimiento predictivo en la nueva Industria 4.0.

Todo esto se traduce en más eficiencia y menos costos, los factores esenciales a la hora de reforzar la competitividad e incluso a la hora de sobrevivir en mercados en los que la demanda del consumidor es cada vez más compleja, gracias al aumento de los productos hechos a la medida de los requisitos de cada persona.

Con la aplicación de la metodología propuesta se prevee lo siguiente:

- Planificación y programación automática de las acciones
- Aumento en eficiencia y productividad global
- Aumento de la rentabilidad de la maquinaria
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad global de los equipos
- Menos pérdidas de materia prima por paradas no planificadas y rearranques
- Reducción de la mano de obra Reducción de accidentes y el aumento de la seguridad
- Mejora en la satisfacción del cliente
- Menor coste de seguros industriales reduciendo el riesgo para la compañía aseguradora

## CONCLUSIONES

Sin duda el mantenimiento predictivo ya no es una moda sino una realidad, numerosas empresas sobre todo del sector industrial y de manufacturación están definiendo sus estrategias para obtener resultados específicos. ¿Podemos

decir ya que el mantenimiento predictivo está en fase hype para los gurús tecnológicos?

Esto abre otros debates como los perfiles profesionales que son necesarios para desarrollar estos proyectos, que rendimiento o rentabilidad se quiere conseguir y, sobre todo, cómo utilizar todo esto para transformar nuestro modelo de negocio y por ende el sector donde se trabaje.

El abanico de posibilidades que se abren es casi inmanejable, muy alentador también, pero este nuevo reto no tiene que hacernos olvidar que numerosas empresas todavía están en fase de digitalización por lo que entrar en la industria 4.0 requiere completar muchas etapas con anterioridad.

Al aplicar las tecnologías y metodologías de la Industria 4.0 surgen nuevos modelos de negocio, que necesitan ser gestionados de manera distinta y en los que la gestión de las personas tiene un papel primordial, puesto que se pasa a requerir de profesionales cada vez más cualificados y multidisciplinares.

## REFERENCIAS

- [1] Bauer, W., Horváth, P.: Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Controlling, 27, 515–517 (2015) In: 1997 IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems, pp. 1–6 (1997).
- [2] Shrouf, F., Ordieres, J., Miragliotta, G.: Smart factories in Industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2015–January, pp. 697–701 (2014).
- [3] Wan, J., Tang, S., Shu, Z., Li, D., Wang, S., Imran, M., Vasilakos, A.: Software-defined industrial internet of things in the context of Industry 4.0. IEEE Sens. J. 1, 7373–7380 (2016).
- [4] Bizer, Ch., Boncz, P., Brodie, M.L., Erling, O.: The Meaningful Use of Big Data: Four Perspectives – Four Challenges. SIGMOD Records 40(4), 2011 (2011).
- [5] Herrman, M., Pentek, T., Otto, B.: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Working Paper 01/205, Technische Universität Dortmund.
- [6] IBM Software: Managing Big Data for smart grids and smart meters. Whitepaper (2012).
- [7] Handbook of Maintenance Management and Engineering. M. Ben-Daya. A. Raouf. ISBN 1848824726. Edit. Springer. 2009.
- [8] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Informe preliminar (2015)
- [9] Germany trade & invest. Industrie 4.0. Smart manufacturing for the future (2014) Galicia: industria axenda da competitividade industrial (2015)

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [10] Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F.: A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. *Int. J. Prod. Res.* 7543, 1–17 (2016)
- [11] Ballesteros Robles F. La gestión optimizada de la planificación del mantenimiento. La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. Springer. (2016)
- [12] Spendla L., Kebisek M., Tanuska P., Hrcka L., El mantenimiento para la era de la industria 4.0. Concept of predictive maintenance of production systems in accordance with industry 4.0, IEEE. (2017).
- [13] Ackoff, R. y Gharajedaghi, J. (1996). Reflections on systems and their models. *System Research*.
- [14] Ludwig von Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, Fundamento, desarrollo, aplicaciones.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Metodología para evaluar la experiencia del usuario considerando datos fisiológicos

Luz Arely Moreno Rodríguez

TecNM-CENIDET

Departamento de Ciencias

Computacionales

Cuernavaca, México

+52 777 3637770

luz.moreno17ce@cenidet.edu.mx

Gabriel González-Serna

TecNM-CENIDET

Departamento de Ciencias

Computacionales

Cuernavaca, México

+52 777 3637770

gabriel@cenidet.edu.mx

Hugo Alejandres Sánchez

UTEZ

Departamento de Tecnologías

de Información

Cuernavaca, México

+52 777 3637770

alejandres@utez.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este trabajo se describe la metodología para evaluar la experiencia del usuario considerando datos fisiológicos, esta metodología se desarrolló en el TecNM-CENIDET para utilizarse en procesos de evaluación de productos digitales (prototipos, aplicaciones, sistemas o sitios web) y con tecnologías de realidad virtual o realidad aumentada. Durante el proceso de evaluación se registran y procesan datos fisiológicos del usuario para identificar estados emocionales y/o cognitivos mientras experimenta el uso de un producto digital, la metodología comprende varias etapas y procesos que permiten de manera objetiva evaluar la experiencia del usuario con el objetivo de mejorar un producto digital.

### ABSTRACT

In this paper, we describe the methodology to evaluate the user experience considering biometrics data and augmented cognition that which has been developed in CENIDET for be used in any digital product (prototypes, applications, systems o web sites) and with any kind of technology (virtual and augmented reality). The evaluation can to consider biometrics data and augmented cognition for get better results during the procedures that use the user at evaluate the digital product e interpret the results.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Human-centered computing:** HCI design and evaluation methods, HCI theory, concepts and models, Interaction techniques  
Computación centrada en el ser humano: diseño y métodos de evaluación de IHC, teoría, conceptos y modelos, técnicas de interacción.

### Términos Generales

Interacción humano computadora, Experiencia de usuario, Biofeedback.

### Palabras clave

Experiencia de usuario, IHC, usabilidad, evaluación heurística, Think Aloud y Cognitive Walkthrough.

### Keywords

User experience, HCI, usability, heuristic evaluation, Think Aloud and Cognitive Walkthrough.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente las emociones y sensaciones que el usuario puede expresar sobre un producto digital se han vuelto muy importantes. La experiencia del usuario es un conjunto de factores y métodos sobre la interacción del usuario, que ayuda a conocer la opinión de una persona observando la facilidad que emplea para realizar una tarea. Sin embargo, se necesitan otros métodos y/o dispositivos para avalar que el usuario realmente no miente, es así, como se requieren dispositivos biométricos que midan los estados emocionales y cognitivos para apoyar los resultados obtenidos. Por otra parte, la metodología desarrollada considera procesos especiales para evaluar la experiencia del usuario con tecnologías de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA). Estas tecnologías no convencionales son muy recientes en el mercado actual y es necesario tomar en cuenta una evaluación especializada para éstas. Se ha desarrollado una metodología que emplee la experiencia del usuario para tecnologías no convencionales y convencionales, se utilizan dispositivos



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

fisiológicos para conocer los estados cognitivos y emocionales que un usuario puede tener durante una evaluación.

## OBJETIVOS

La metodología desarrollada en el TecNM-CENIDET tiene como objetivo general evaluar cualquier tipo de producto digital independientemente de la tecnología y considerar los estados emocionales y cognitivos del usuario a través de métodos y/o dispositivos fisiológicos.

### Objetivos específicos

- Desarrollar un sistema que ayude en las etapas de la metodología, el cual incluya la automatización de algunos procesos.
- Identificar y caracterizar los estados emocionales que pueden ser identificados mediante el registro y análisis de los datos fisiológicos que se utilicen para medir la experiencia de usuario.
- Añadir y/o complementar métodos para evaluar la experiencia de usuario.
- Revisar y complementar las 10 reglas heurísticas de Jakob Nielsen.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología para evaluar la experiencia del usuario que se utilizó como punto de partida fue realizada por [1] sin embargo, no esta primera versión no consideró la detección de estados mentales, y dispositivos fisiológicos, y procedimientos para evaluar tecnologías recientes como realidad virtual y realidad aumentada. De esta manera, el trabajo que se desarrolló se ha retomado la metodología desarrollada en [1] y se ha mejorado a través de nuevos procedimientos, actualizaciones en información sobre las herramientas y métodos que ayudan a la experiencia de usuario y en incluir una etapa antes de iniciar la evaluación heurística.

A continuación, se describe cada etapa que se ha realizado para complementar esta metodología y qué beneficios se obtienen. En la figura 1, se muestra un seguimiento entre las etapas para realizar una evaluación formativa y posteriormente la evaluación sumativa.

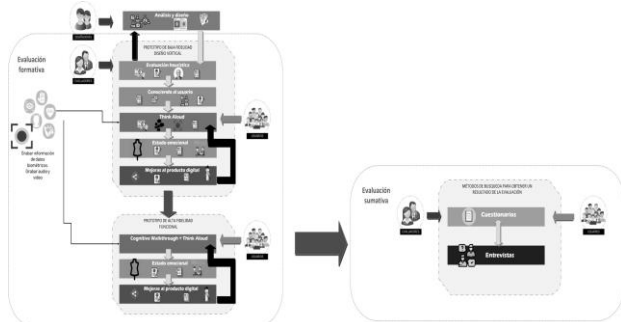


Figura 1. Estructura de la metodología para evaluar la experiencia de usuario considerando datos biométricos y cognición aumentada

### Evaluación formativa.

#### Etapa 1. Análisis y diseño

Esta etapa lleva un proceso y tareas específicas, en la etapa 1 se explica cómo utilizar ciertas herramientas que beneficien al diseño de la aplicación, como es benchmarking, proto-personas, métodos de búsqueda y el test A/B.

Benchmarking es una evaluación comparativa que toman como referencia los productos, servicios o procesos de trabajo de las empresas líderes, para compararlos con los del propio desarrollo y posteriormente realizar mejoras e implementarlas [2].

Las proto-personas es un proceso de diseño para definir un usuario ideal (proto-persona), esto permite ayudar a tener más claro qué tipo de *funcionalidades* debería tener el nuevo producto, qué aspectos es necesario considerar acerca del usuario [3]. También los métodos de búsqueda son muy útiles para obtener información por parte del usuario y, por último, al crear el prototipo de acuerdo a la opinión del usuario e investigación del diseñador se pueden crear dos prototipos para utilizarlos en la prueba A/B donde el futuro usuario es libre de elegir el diseño que le agrada más y de esta forma, obtener el prototipo que se utilizará durante toda la implementación de la metodología, ver figura 2.

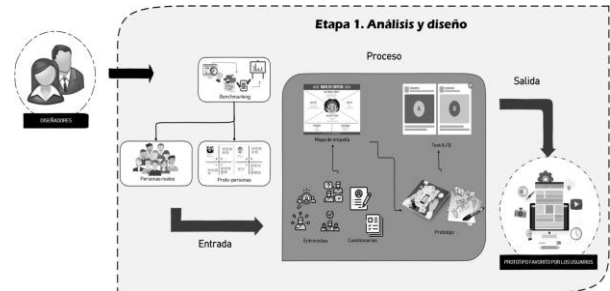
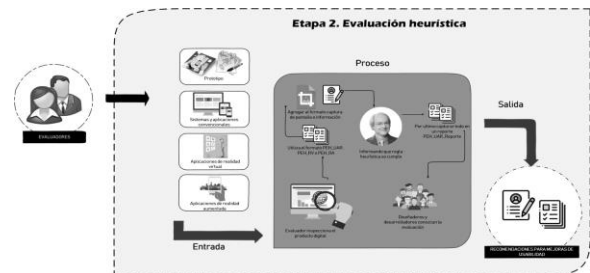


Figura 2. Procedimiento de la etapa 1.

#### Etapa 2. Evaluación heurística

Cuando se tiene el primer prototipo, el evaluador debe revisar el diseño para verificar si cumple con las 10 reglas heurísticas de Jakob Nielsen [4] en cuestión de usabilidad y si es de una tecnología no convencional se deben emplear reglas heurísticas tomadas de otros trabajos que las han utilizado y han tenido buenos resultados [5].

En la figura 3, se aprecia el proceso que se realiza en esta etapa dentro de la metodología.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Figura 3. Procedimiento de la etapa 2.

A las reglas generales de diseño de interacción de Jakob Nielsen se les denomina “heurísticas” porque son reglas y no pautas de usabilidad específicas [4]. Para realizar este tipo de evaluaciones es necesario contar con las definiciones de cada una de las heurísticas y las interfaces existentes del proyecto, ya sea en un prototipo o la aplicación o sistema funcional. Para realidad virtual se utilizó el trabajo [5] en donde se enlistan reglas heurísticas para una buena experiencia del usuario, considerando sobre todo el lugar, el equipo y la persona que va a utilizar la aplicación, si esto es cómodo o adecuado para tener un buen uso de esta tecnología, para evitar problemas antes de la prueba, para la tecnología de realidad aumentada se consideró la propuesta definida en [6] que describe reglas heurísticas desarrolladas a través de una metodología de diagramación, de evaluaciones de expertos, de comentarios de diseñadores activos en realidad aumentada y de análisis estadísticos. Estos trabajos proporcionan guías para evaluar de manera profesional antes de que el producto digital tenga una interacción con los usuarios finales.

### Etapa 3. Conociendo al usuario

En la etapa 3, los usuarios empiezan a tener interacción con el prototipo del producto digital. Esta etapa ayuda a conocer los gustos de las personas, en esta etapa se aplican test para identificar el estado clínico del usuario para determinar si es viable para las pruebas (ver figura 4).

puede experimentar con tecnologías de realidad virtual, esto se debe a que hay personas sensibles que pueden presentar malestar físico como mareo, náuseas, dolor de cabeza o fobias

Cuando se utiliza tecnología de realidad aumentada (RA) o tecnologías convencionales no se requiere conocer el estado clínico del usuario. Sin embargo, cuando se evalúa un producto digital que utiliza tecnología de realidad virtual (RV) el usuario puede presentar trastornos visuales, desorientación, inestabilidad postural, náuseas, dolor de cabeza, dolores posturales, etc. Son problemas relacionados con la integración sensorial y espacial. Tal como se desarrollan los entornos virtuales, hay una mala adecuación entre el sistema visual, el sistema vestibular y el sistema ambulatorio o postural. El individuo recibe señales de movimiento, pero el sistema vestibular indica que no hay cambio postural y tampoco movimiento como se describe en [7]. Estos problemas llamados *cybersickness* se han mencionado por primera vez en [8] donde también se menciona que existen cuestionarios que ayudan a detectar estos problemas como el *Simulator Sickness Questionnaire* [9] y la escala de ansiedad de Hamilton [10] en donde se pueden detectar problemas psicológicos y ayudar a detectar qué personas pueden ser alteradas fácilmente en entornos inmersivos.

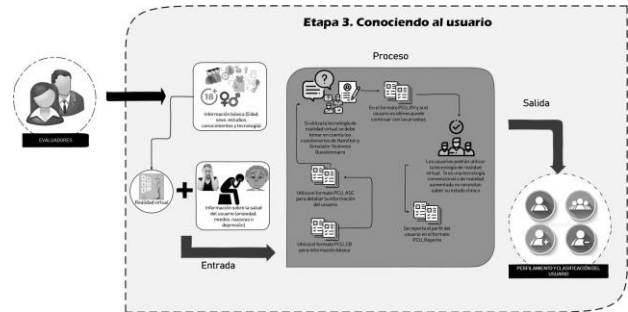


Figura 4. Procedimiento de la etapa 3.

### Etapa 4. Think Aloud

En la etapa 4, se utiliza por primera vez el producto digital con un usuario. En esta etapa se sugiere que se empleen los dispositivos fisiológicos, los cuales ayudan durante la prueba para detectar estados cognitivos y emocionales.

Esta prueba es denominada Think Aloud, es un método de evaluación desarrollado por ingenieros de software que le pide a los participantes de la prueba que utilicen el producto digital mientras expresan en voz alta sus pensamientos [11]. Además, se debe mencionar que es el método más utilizado en las pruebas de usabilidad, ya que permite al investigador que el usuario participe durante la prueba al expresar en voz alta lo que está pensando y sintiendo [12].

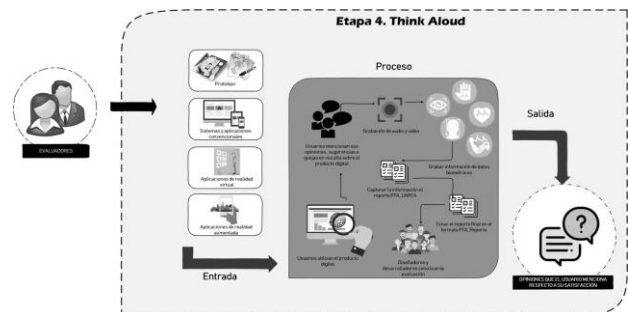


Figura 5. Procedimiento de la etapa 4.

Cuando se emplee este método, el evaluador debe grabar audio y video en un sistema externo para tener una evidencia de la prueba con el usuario. También puede emplear los dispositivos fisiológicos si cree que es conveniente. Después se pasa la información recolectada en los formatos correspondientes a la etapa como se muestra en la figura 5.

### Etapa 5 y 8. Estado emocional

En las etapas 5 y 8 se emplean métodos para detectar los estados emocionales de los usuarios después de las pruebas que hayan realizado y su proceso se muestra en la figura 6.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

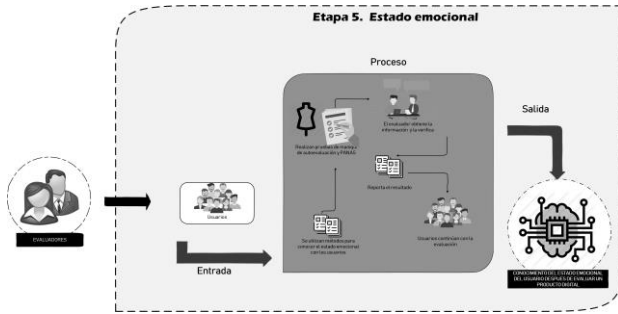


Figura 6. Procedimiento de la etapa 5 y 8.

Se utilizan dos métodos que indican un estado emocional. En [13] menciona que PANAS es un instrumento que evalúa dos factores esenciales de los estados emocionales, las emociones de carácter positivo y negativo, esto con el fin de indagar la inestabilidad emocional como una herramienta inicial de evaluación del estado de ánimo. Los autores argumentan que la presencia de emociones positivas o negativas se relaciona con rasgos de personalidad de extraversión y neuroticismo respectivamente, como también a constructos como depresión y ansiedad. SAM (*Self Assessment Manikin*) [14] es una técnica de evaluación pictórica no verbal que mide directamente el placer, la excitación y el dominio asociados con la reacción afectiva de una persona frente a una amplia variedad de estímulos.

El evaluador al emplear estas pruebas obtiene un resultado emocional de cada usuario.

## Etapa 6 y 9. Mejoras al producto digital

En las etapas 6 y 9 se mencionan las mejoras que se deben realizar en el producto digital considerando la opinión del diseñador y desarrollador. Se reúne el evaluador con los involucrados y discuten qué evidencias se deben corregir como incidencias para obtener una nueva versión del producto digital. En la figura 7 se muestra el proceso que se realiza.

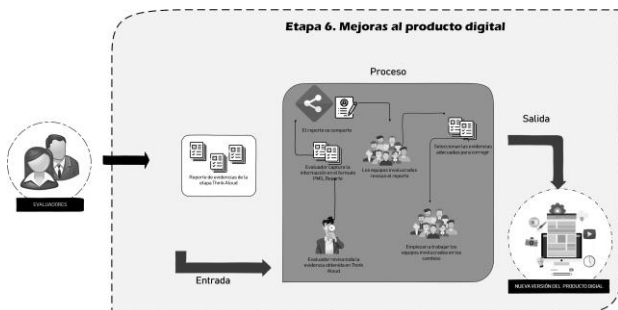


Figura 7. Procedimiento de la etapa 6 y 9.

## Etapa 7. Cognitive Walkthrough + Think Aloud

En los métodos empleados en la etapa 7 se vuelve a repetir Think Aloud pero combinado con Cognitive Walkthrough. Este último método se describe en [15] como un método para evaluar la capacidad de aprendizaje de un producto o servicio. En este método, un pequeño grupo de evaluadores de un equipo de producto realiza un conjunto de tareas y hacen preguntas en cada paso de la tarea para saber si el usuario sabrá qué hacer en ese paso y si el usuario hace lo correcto. Como se muestra en la figura 8, se realizan dos métodos los cuales son grabados por audio y video. También se pueden incluir los dispositivos fisiológicos para obtener nuevas observaciones por parte del usuario.

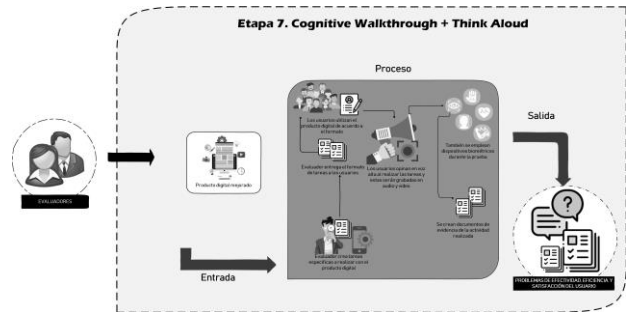


Figura 8. Procedimiento de la etapa 7.

## Evaluación sumativa

### Etapa 10. Entrevistas

En la figura 11, se muestra el proceso de la etapa 10. En esta, se realizan entrevistas a los usuarios para conocer la experiencia que obtuvieron durante la evaluación, esto ayuda a obtener retroalimentación general.

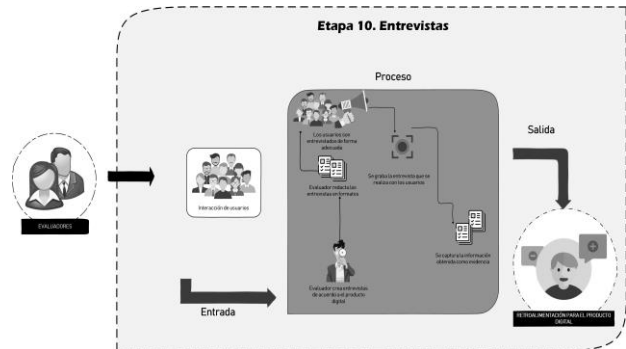


Figura 11. Procedimiento de la etapa 10.

### Etapa 11. Cuestionarios

En la etapa 11, se emplean cuestionarios para conocer la satisfacción de las necesidades y exigencias del cliente está

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

íntimamente relacionada con la calidad como lo describe en [16]. Es así, como se utilizan los cuestionarios SUS Y PSSUQ, los cuales se enfocan en conocer la satisfacción del usuario después de utilizar algún producto digital. Como se aprecia en la figura 12, el proceso de la etapa es aplicar los cuestionarios a los usuarios para obtener información estadística de la evaluación.

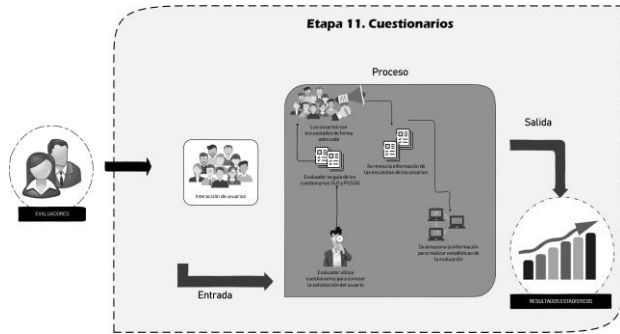


Figura 12. Procedimiento de la etapa 11.

## RESULTADOS

Actualmente, la metodología se encuentra en etapa de pruebas con proyectos de CENIDET. Las evaluaciones que se han ido realizando han servido para obtener retroalimentación de los procesos de las etapas. Los resultados que se han obtenido en estos experimentos han sido satisfactorios.

En la figura 13, se muestra una prueba realizada para una aplicación convencional, en donde el evaluador (lado derecho) se encuentra explicando al usuario (lado izquierdo) qué debe realizar. Se aprecia en la figura que están colocados algunos dispositivos fisiológicos y en la figura 14, se muestran algunas hojas cerca de los usuarios, estas hojas son empleadas en etapas como Cognitive Walkthrough + Think Aloud.

## CONCLUSIONES

La metodología seguirá presentando modificaciones según sea el avance de la tecnología a gran escala. Sin embargo, se ha tratado de adaptar una forma de evaluar de manera genérica las tecnologías no convencionales y convencionales. Por otra parte, considerar diferentes dispositivos fisiológicos para medir o detectar los estados cognitivos y emocionales beneficia la evaluación, es decir, se conocen las verdaderas emociones independientemente de los métodos que también se emplean. Aunque existen diferentes trabajos relacionados a la experiencia de usuario con datos fisiológicos, por lo regular se considera uno o dos dispositivos. Este trabajo trata de mencionar el uso de más de dos dispositivos y sus diferentes combinaciones entre ellos. Por el momento, se está empleando un sistema para que la metodología sea más fácil de utilizar y los futuros usuarios de este trabajo tengan una forma más fácil de actualizar los procesos si se desea.

## AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México-Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por su apoyo para realizar este proyecto de investigaciones.

## REFERENCIAS

- [1] J. Y. Arana Llanes, "Metodología para Evaluación de SRSC Centrada en el Usuario, Basada en Características de Efectividad, Confianza y Satisfacción Mediante Interfaces Multimodales sobre Dispositivos Móviles Multisensoriales," Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, 2014.
- [2] D. Rubin, J., & Chisnell, Handbook of usability testing [electronic resource]: How to plan, design, and conduct effective tests (2nd ed.). 2008.
- [3] A. Jacobs.(2016) UX Collective. [Online]. Obtenido en: <https://uxdesign.cc/ux-creating-proto-personas-76a1738401a2>,2016
- [4] A. N. N. G and J. Nielsen, "Nielsen Norman Group 10 Usability Heuristics for User Interface Design Author," pp. 1–3, 2005.
- [5] R. Murtza, S. Monroe, and R. J. Youmans, "Heuristic Evaluation for Virtual Reality Systems," pp. 2067–2071, 2017.
- [6] T. C. Endsley, K. A. Spohn, R. M. Brill, K. J. Ryan, E. C. Vincent, and J. M. Martin, "Augmented Reality Design Heuristics: Designing for Dynamic Interactions," Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet., vol. 61, no. 1, pp. 2100–2104, 2017.
- [7] T. C. Endsley, K. A. Spohn, R. M. Brill, K. J. Ryan, E. C. Vincent, and J. M. Martin, "Augmented Reality Design Heuristics: Designing for Dynamic Interactions," Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet., vol. 61, no. 1, pp. 2100–2104, 2017.
- [8] K. Stanney, "Realizing the full potential of virtual reality: human factors issues that could stand in the way," Proc. Virtual Real. Annu. Int. Symp. '95, pp. 28–34, 1995.
- [9] S. Bruck and P. A. Watters, "Estimating cybersickness of simulated motion using the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ): A controlled study," Proc. 2009 6th Int. Conf. Comput. Graph. Imaging Vis. New Adv. Trends, CGIV2009, pp. 486–488, 2009.
- [10] M. J. Purriños, "Escala de Hamilton - Hamilton Depression Rating Scale (HDRS)," Serv. Epidemiol., pp. 1–4, 2013.
- [11] J. Nielsen. (2012) Nielsen Norman Group. [Online]. Obtenido en: <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>
- [12] T. Pirttilahti and P. Majaranta, "Evaluating the User Experience of an Augmented Reality Application Using Gaze Tracking and Retrospective Think-aloud. June, 2017.
- [13] M. Molina Blanco and M. Villanea Salazar, "Escala de Afectividad (PANAS) de Watson y Clack en Adultos Mayores," 1988.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

[14] M. Bradley and P. J. Lang, "Measuring Emotion: The Self-Assessment Semantic Differential Manikin and the," *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry*, vol. 25, no. 1, pp. 49–59, 1994.

[15] C. Wilson, "Cognitive Walkthrough," *User Interface Insp. Methods*, pp. 65–79, 2014.

[16] A. M. Rojo, B. Forcada, M. Herrera, and S. Zapata, "Propuesta Metodológica para la Medición de la Satisfacción de Clientes de Software," 1985.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Metodología para la migración y transición de IPv4 a IPv6: Caso de estudio

Miguel A. Ruiz Jaimes  
Universidad Politécnica del  
Estado de Morelos  
Boulevard Cuauhnáhuac No.566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec,  
Morelos. CP. 62550  
(777) 229-3500  
mruiz@upemor.edu.mx

Jorge A. Ruiz Vanoye  
Universidad Politécnica de Pachuca  
Abasolo No. 600 Col. Centro  
Pachuca De Soto, Hidalgo.  
CP. 43830  
(771) 54 77 510  
jorge@ruizvanoye.com

Verónica Sánchez López  
Yadira Toledo Navarro  
Universidad Politécnica del Estado de  
Morelos. Boulevard Cuauhnáhuac No.566,  
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec, Morelos.  
CP. 62550. (777) 229-3500  
12088013@upemor.edu.mx  
ytnavarro@upemor.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El Internet de las cosas es parte ya de nuestra vida diaria. Para poder establecer la interconexión de los objetos que nos rodean e intercomunicarse a través del Internet requieren una dirección IP, lo que ha originado que las direcciones IP versión 4 no sean suficientes. Para satisfacer esta demanda, surgió el protocolo IPv6, el cual ofrece una capacidad más grande de direcciones. Desafortunadamente el protocolo IPv4 e IPv6 son incompatibles, dado el tamaño de su cabecera. No obstante, se requiere la intercomunicación entre redes, sin importar la versión del protocolo que se utilice. Por lo anterior, se han creado diferentes mecanismos que han permitido la transición entre estos protocolos.

A pesar de que las direcciones IPv4 se han agotado, la realidad es que la adopción del protocolo IPv6 en el país es mínima, y es aún menor en el sector educativo público. El propósito es generar una metodología que funcione como guía para mejorar el proceso de migración del protocolo IPv4 a IPv6, reduciendo tiempos y fallas en la transición.

Se evaluaron tres mecanismos de transición para determinar qué era lo mejor para la migración de la red académica, lo que

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

So. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

permitió la creación de una metodología para migrar a IPv6, probarla y validarla en un entorno lo más real posible.

### ABSTRACT

The Internet of things is already part of our everyday life. To establish the interconnection of objects that surround us and communicate through the Internet requires an IP address, which has led to IP version 4 addresses may not be enough. To meet this demand, emerged the IPv6 protocol, which offers a larger address capacity. Unfortunately the Protocol IPv4 and IPv6 are incompatible, given the size of his head. However, intercommunication between networks, regardless of the version of the Protocol being used is required. Therefore, different mechanisms that have enabled the transition between these protocols have been created.

While IPv4 addresses are exhausted, the reality is that the adoption of the IPv6 protocol in the country is minimal, and is even lower in the public education sector. The purpose is to generate a methodology that works as a guide to improve the migration of IPv4 to IPv6 protocol process, reducing time and failures in the transition.

Three transition mechanisms were evaluated in order to determine what was best for the migration of the academy network, which allowed the creation of a methodology to migrate to IPv6, test and validate it in the most realistic environment possible.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Network protocols:** Protocol correctness, Protocol testing and verification, Formal specifications

### Términos Generales

Protocolos de red, Protocolos de ruteo.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Palabras clave

IPv6; protocolo; técnico; red; metodología.

## Keywords

IPv6; protocol; technical; network; methodology

## INTRODUCCIÓN

La Internet se puede definir como “la red de datos más importante del mundo”, compuesta por una multitud de redes pequeñas, medianas y grandes interconectadas en cualquier parte del mundo. Para que la Internet funcione adecuadamente requiere de una conexión física a través de diferentes medios como cobre, fibra o medios inalámbricos, de una conexión lógica que permita la transmisión de la información a través de éstos. De esta parte son responsables los protocolos de comunicación, los cuales interpretarán los datos transmitidos para mostrarlos al usuario final.

El Protocolo Internet (IP) es la columna vertebral de la red de redes. Este protocolo establece el esquema de direccionamiento para poder conectarse a la Internet e incluso entre redes privadas, es orientado a datos.

Hoy en día existen dos versiones del protocolo IP en funcionamiento, la versión 4 (IPv4) y la versión 6 (IPv6). De entre éstos, IPv4 es el más longevo, pues ha sostenido a la Internet desde 1981, año en que fue creado. Sin embargo, con base a lo indicado por el *Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe* (LACNIC), el stock de direcciones de IPv4 se encuentra oficialmente agotado a partir del 10 de junio del 2014, ya que fue alcanzada la cifra de 4,194,302 direcciones disponibles para esta región, representada por 33 países de América Latina y el Caribe [1].

IPv6 nace en el año 1990 como una posible solución al agotamiento que IPv4 ya empezaba a presentar y lo que se vislumbraba. IPv6 es la evolución del protocolo IPv4, cabe mencionar que no son compatibles debido a su encabezado de paquete [2].

Esta versión de IP tiene una serie de ventajas sobre su antecesor, proporcionando mayor seguridad, más rapidez de transmisión por la simplicidad de su cabecera y la disponibilidad de direcciones IP por personas es de  $(5 \times 10^{28})$  por lo tanto según son inagotables [3].

La migración a IPv6 no es optativa, pues la necesidad de hacer uso del protocolo IPv6 actualmente es muy fuerte, volviéndose inevitable e indispensable tanto para los proveedores de servicios de Internet, como para los usuarios del mismo.

Pero desafortunadamente el despliegue de IPv6, no ha tenido la respuesta esperada, por lo operadores de servicios de Internet, empresas e instituciones de gobierno para migrar y hacer uso del

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El diseño de la presente investigación es experimental. Es necesaria la recreación de la red institucional para poder

protocolo IPv6. En el 2014 LACNIC reporta que la asignación de bloques de direcciones IPv6 para México, hasta el momento es de 2.7 %,

Hacer uso del protocolo IPv6 actualmente ya no es opción, sino un deber si se requiere hacer uso de la Internet y de aplicaciones modernas de Tecnologías de la Información que trabajan bajo este protocolo, aunque desafortunadamente la mayoría de las empresas e instituciones gubernamentales y educativas en México, no lo han hecho, por lo tanto, México tiene un rezago en la adopción del protocolo IPv6.

Según una estadística proporcionada por LACNIC (El Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe) las instituciones educativas a nivel nacional son muy pocas las que han adquirido su bloque de direcciones IPv6.

Por otro lado, el número de empresas particulares e instituciones gubernamentales que ya adquieren su bloque de direcciones IPv6 es muy escaso, al analizar estas estadísticas es claro darse cuenta que se requiere de acciones que permitan que IPv6 tome auge para su implementación y se rompan las barreras existentes que no permiten que se lleve a cabo la migración.

Por tal razón, se propone una metodología para la migración de IPv4 a IPv6 orientada hacia una institución educativa de nivel superior, la cual propone facilitar el cambio del protocolo.

## OBJETIVOS

### General

Determinar cuál es el mejor mecanismo de migración de IPv4 a IPv6 para proponer una metodología de migración adecuada en una institución educativa de nivel superior la cual ayude a optimizar el tiempo y a reducir el número de fallas generadas durante el proceso de adopción

### Específicos.

- Simular la infraestructura de red de la institución educativa de nivel superior en un simulador o emulador.
- Evaluar 3 mecanismos de transición de IPv4 a IPv6 en el escenario diseñado.
- Realizar pruebas con los mecanismos de transición para determinar los pros y contra de cada uno de ellos en el momento de su implementación.
- Desarrollar la metodología de migración.
- Implementar la metodología de migración de IPv4 a IPv6 en el escenario simulado.

llevarla

a cabo debido a que no se puede realizar las pruebas en un ambiente de producción de la red, porque se vería afectada en

gran parte las actividades que se realizan en una institución

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

educativa que dependen de la red. Además de requiere que los proveedores de servicios e internet cuenten con el soporte necesario para adaptar el protocolo IPv6. Para no ser limitante en la recreación de la red. El tipo de metodología utilizada es proyectiva debido a que a través de esta investigación se pretende proponer una solución prototipo a la necesidad que se presentaran en cada institución educativa de migrar su red de IPv4 a IPv6.

La metodología está dividida de manera general en seis procedimientos, descritos a continuación cada uno de ellos (Figura 1)

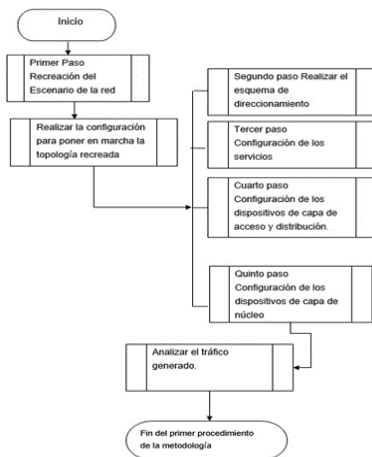


Figura 1. Metodología para IPv4

1. Procedimiento uno, será la recreación y configuración del escenario de la red de la institución educativa superior
2. Procedimiento dos. Migración de IPv4 a IPv6 sin una metodología que indique como realizar el proceso.
3. Procedimiento tres. Análisis y evaluación de los mecanismos de transición implementados.
4. Procedimiento cuatro. Se desarrolla la metodología para migrar de IPv4 a IPv6.
5. Procedimiento cinco. Se llevará a cabo la migración de IPv4 a IPv6 con una metodología que indique como realizar el proceso.
6. Procedimiento seis. Se aplicará una encuesta a nivel nacional a las instituciones de nivel superior, con la finalidad de realizar un análisis de estado de la migración a IPv6 en sus redes.

En los siguientes párrafos de describen las características de las herramientas utilizadas para llevar a cabo la ejecución e implementación de esta investigación.

- Wiresharck. Software analizador de protocolos de red, el cual permite monitorear el flujo de tráfico en la red de manera muy específica [4].
- Packet Tracer. Es un programa de simulación de red que permite recrear escenarios de laboratorios para

experimentar el comportamiento de la red y analizar el flujo de la información. [5].

- GNS3. Emulador de redes gráfico, el cual permite hacer uso de los sistemas operativos reales de los equipos de diferentes fabricantes para la recreación de escenarios complejos de redes de computadoras [6].
- ipv6-test. Permite evaluar tus conexiones de red y determinar si los dispositivos soportan protocolos IPv4 e IPv6 y pruebas de conectividad y seguimiento de rutas entre los dispositivos de red [7].
- App form de Google. permite al usuario crear encuestas y formularios de manera sencilla, practica y segura [8].
- Dispositivos de administración de red del fabricante Cisco con sistema operativo de internetworking.

Dando seguimiento a la congruencia metodológica, el primer paso que lleva a cabo fue la recreación del escenario de la topología de red, para poder entrar en contexto de la simulación de IPv6 y aunado a esto el realizar la migración directa en la red en producción causaría fallas incontroladas por el momento. En la Figura 2 se puede observar la prueba para poder realizar la comprobación de conectividad de IPv6, la cual fue llevada a cabo con la herramienta ipv6-test que permite probar la conectividad con los 2 protocolos

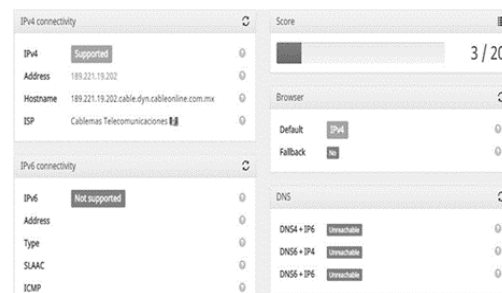


Figura 2. Comprobación de conectividad IPv6

El diseño de la red se realizó a través del modelo jerárquico de red de Cisco. Este modelo permite una mejor administración de la red, facilita la implementación de seguridad y el crecimiento futuro, sin necesidad de reestructurar la red por completo

El modelo jerárquico está constituido por 3 capas:

- a) Capa de acceso.** Aquí se ubican todos dispositivos finales de red (computadoras, teléfonos IP, impresoras, celulares, tabletas, laptops) para que tengan el acceso a la misma.
- b) Capa de distribución.** Es una capa intermedia que contiene dispositivos de administración de red (switch multicapa, router) donde se pueden implementar listas de control de acceso, redes privadas virtuales (VLAN).
- c) Capa de núcleo.** En esta capa se encuentran los dispositivos que se conocen como fronterizos (switch multicapa o router) que tienen la salida a Internet, y se le conoce como la columna de la red [9]

*Migración a IPv6. Diseño Jerárquico de la Red*

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Una vez lograda la recreación y la puesta en marcha de la red con IPv4, el siguiente procedimiento especificado en la metodología fue realizar la migración de IPv4 a IPv6, sin seguir algún procedimiento o guía, con la finalidad de evaluar la cantidad de errores que se presentan durante este proceso.

La adopción del protocolo IP es el túnel “6 to 4”, ya que permite la coexistencia de ambos mecanismos, pero sin la necesidad que todos los dispositivos trabajen con ambos protocolos. Por lo tanto, con este mecanismo se permitirá la comunicación de ciertos dispositivos que trabajan ambos protocolos puedan comunicarse con redes o aplicaciones con IPv6.

Se desarrolló una metodología que sirva como herramienta para poder llevar a cabo la migración a de IPv4 a IPv6. Dicha metodología fue definida a través de diagramas flujo con la finalidad de guiar al administrador de la red para llevar a cabo este proceso buscando evitar las fallas y contratiempos

Se constituyó de un plan base integrado por 5 procesos, que siguiéndolos uno a uno permitirá obtener una mejora en proceso de adopción del protocolo IPv6. En la Figura 3 se puede observar el plan base compuesto por los procesos descritos a continuación

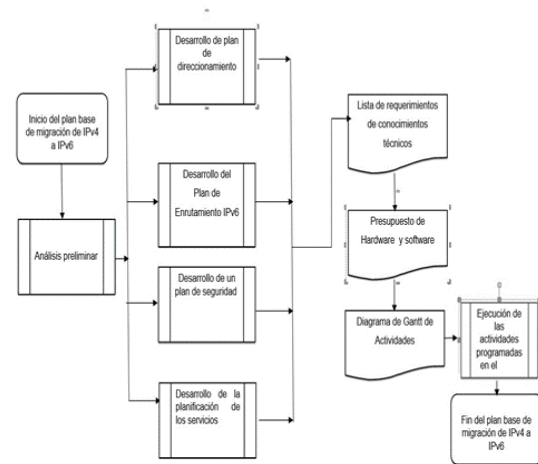


Figura 3. Análisis Preliminar para Ipv6

### a) Análisis preliminar para migrar a IPv6.

Antes de empezar la migración será necesario hacer un inventario acerca de la infraestructura de la red (routers, switch, pc, servidores, etc.) con la finalidad de obtener información de éstos para determinar la factibilidad de la transición. En la Figura 4 y Figura 5, se muestra el diagrama de flujo para llevar a cabo dicho proceso.

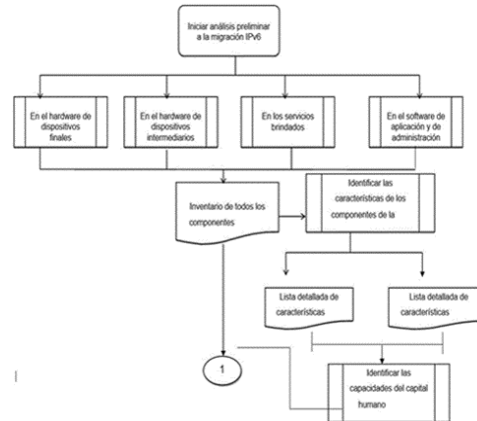


Figura 4. Análisis preliminar Ipv6

### c) Desarrollo del plan de enrutamiento IPv6

El administrador de la red no debe perder de vista este punto, ya que a través de él se determinará cuál será el mecanismo a utilizar para establecer la intercomunicación entre sus redes y hacia el Internet. Para este proceso se creó el diagrama de flujo mostrado en la Figura 7

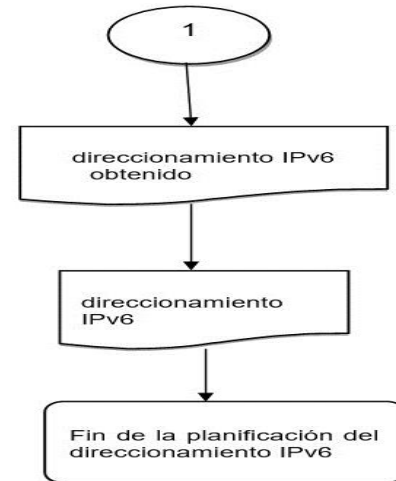


Figura 7. Diagrama de flujo del procedimiento esquema de direccionamiento parte II

### d) Desarrollo de un plan de seguridad.

Otro de los aspectos que cubre esta metodología y que el administrador de la red debe tener siempre presente es la planificación de la seguridad en su red, para no dejar vulnerabilidades a través de este protocolo. En la Figura 8 y Figura 9 se presenta el diagrama de flujo de este proceso.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

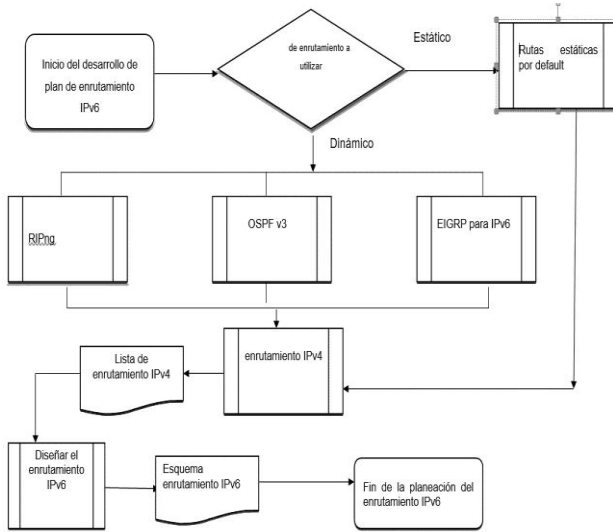


Figura 8. Diagrama de flujo de procedimiento planificación de enrutamiento

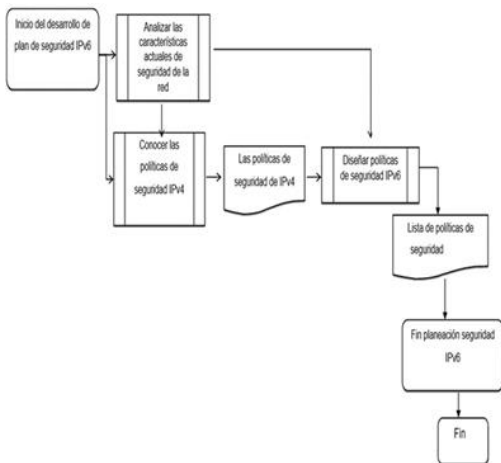


Figura 9. Diagrama de flujo de la planificación de la seguridad con IPV6

## e) Desarrollo de la planificación de los servicios

El último proceso que se tomó en cuenta en el desarrollo de esta metodología fue la planificación de la migración de los servicios, no porque éste sea menos importante que los anteriores, sino porque es independiente de los dispositivos de administración de la red, los cuales permiten la comunicación del acceso a los servidores que brindan los servicios de la empresa. En la Figura 10 se muestra el diagrama de flujo.

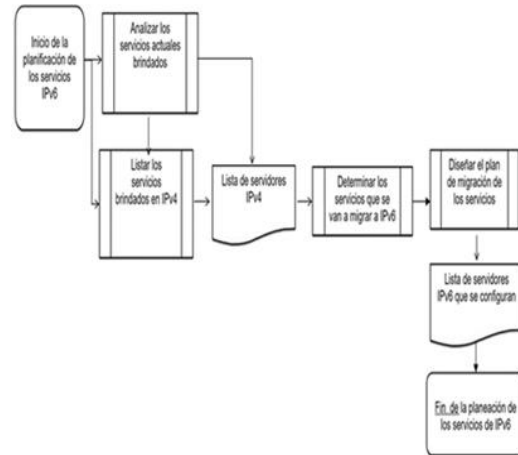
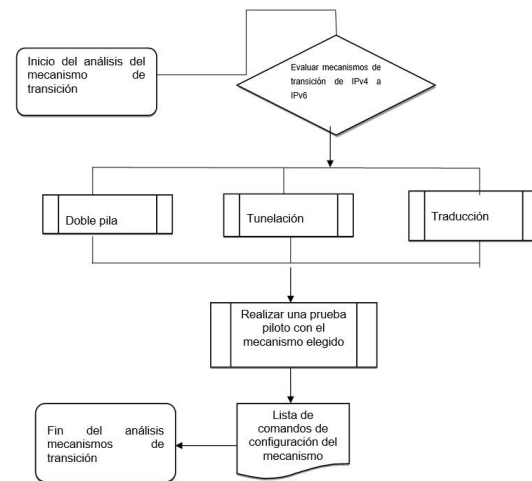


Figura 10. Análisis del mecanismo de transición

## RESULTADOS

Una vez desarrollada la metodología, se procedió a realizar nuevamente la migración con el mecanismo de transición elegido. Después de realizar la migración a IPv6 haciendo uso de metodología creada se obtuvieron los resultados siguientes:

- Una mejora del tiempo empleado de 90 días cuando se realizó la migración sin



metodología a 30 días siguiendo una metodología.

- Los problemas de comunicación en los dispositivos finales se disminuyeron en un 70%.
- Los problemas de hardware se redujeron en un 70%.
- Los problemas de software disminuyeron en un 70%.
- Se evitó al 100% los problemas de direccionamiento al contar un esquema de direccionamiento antes de realizar la migración.
- Las fallas en servidor DHCP con estado se disminuyeron al 80%
- Los problemas de incompatibilidad de las aplicaciones se disminuyeron en 50%.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- La implementación de la seguridad con IPv6 se disminuyó al 50%.

Mejora de la Metodología.

Cuando se usó la metodología se detectaron mejoras en el diseño realizado en el proceso de planificación de direccionamiento. Para poder determinar dicho cambio se evaluaron las diferentes técnicas de direccionamiento y se determinó que la mejor para las instituciones, es la dispersa, por el anterior el resultado de este cambio en el diagrama de flujo se muestran en la Figura 11.

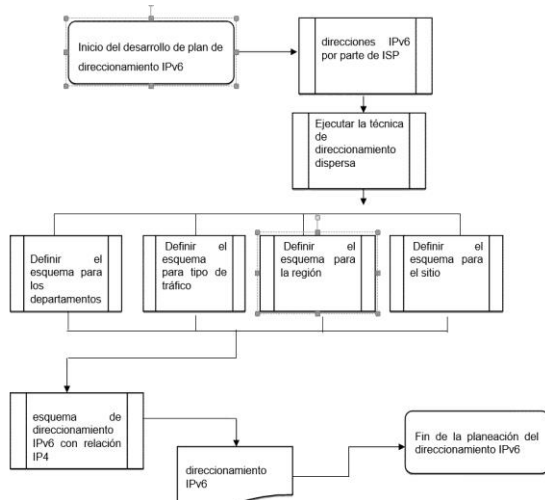


Figura 11. Mejora del Plan de Direccionamiento IPv6

Por otra parte, se detectó que a la metodología le hizo falta un proceso esencial, que para este caso se había realizado antes porque era parte de motivo de estudio de este proyecto. La Figura 12 muestra la agregación del proceso de elección del mecanismo de transición que se utilizara.

Figura 12. Análisis del mecanismo de transición

Una vez agregado este proceso se tuvo que reestructurar el diagrama general de la planificación base para migrar de IPv4 a IPv6. En la Figura 13 se muestra esta acción

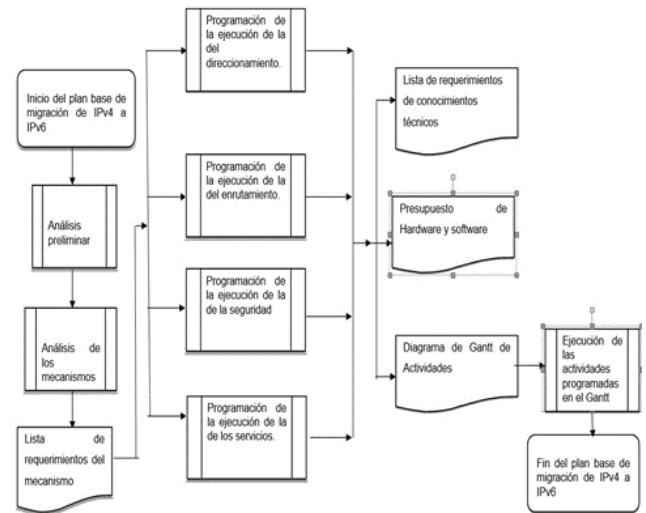


Figura 13. Diagrama de la planeación base de la metodología desarrollada

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye que el haber realizado un análisis de los mecanismos de transición para determinar cuál era el mejor para la migración de la red de una institución educativa superior, permitió que se desarrollara una metodología para llevar a cabo dicho proceso, la cual trajo como resultados la disminución de fallas y errores que se presentaron en un principio al realizar la migración. Se alcanzó el objetivo general planteado al inicio del desarrollo de este proyecto, ya que se pudieron evaluar 3 mecanismos de transición de IPv4 a IPv6 (doble pila, túnel 6to4 y traducción NAT-PT).

Se concluye este proyecto afirmando que es inevitable que las empresas e instituciones migren y que si lo hace con la ayuda de una metodología ayuda a facilitar el trabajo, ahorrar tiempo y disminuir problemáticas presentadas.

## REFERENCIAS

- [1] Registro de Direcciones de Internet de América Latina y Caribe. LACNIC. Obtenido de: <http://www.lacnic.net/>
- [2] Dooley Michael, (D. M.). Rooney Timothy, (R.D.). (2013). IPv6 Deployment Management. Piscataway, NJ 08854, EUA: Wiley-IEEE Press
- [3] Ariganello Ernesto, (A.E.). Barrientos Enrique (B. E.). (2013). REDES CISCO-Guía de estudio para la certificación CCNA. San Diego, CA, EUA: Alfaomega-Rama.
- [4] Wireshark. Obtenido de: <http://www.wireshark.org>
- [5] Packet Tracer. Cisco Networking Academy. Obtenido de: <http://https://www.netacad.com/es/courses/packet-tracer-download>
- [6] GNS3. Obtenido de: <http://gns3.com>
- [7] ipv6-test. Obtenido de: <http://http://ipv6-test.com/>

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [8] App form de Google. Obtenido de:  
[https://www.google.com/intl/es\\_mx/forms/about/](https://www.google.com/intl/es_mx/forms/about/)
- [9] Cisco Networking Academy Program, (CNAP). (2003). Cisco Networking Academy Program: CCNA 3 and 4 Companion Guide. Madrid, España :Cisco Press.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Modelo de un sistema de georeferenciación para la ubicación, toma y transmisión de imágenes de avances de obra civiles en dispositivos con sistema operativo Android, para la supervisión y seguimiento en los proyectos de obra.

Johann Sebastián Suarez  
Estudiante Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas  
Athans33550@hotmail.com

Víctor Fabián Novoa  
Estudiante Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas  
fabian-novoa@hotmail.com

José Vicente Reyes  
Docente Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas  
jovireyesm@yahoo.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este documento, se describe el desarrollo de un modelo capaz de mejorar los procesos internos de supervisión de obras civiles, a través de la aplicación de la metodología de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) e implementando la metodología de desarrollo ágil SCRUM como fundamento para el desarrollo de un prototipo de software basado en geolocalización sobre dispositivos móviles con sistema operativo Android.

### ABSTRACT

In this paper, describes the development of a model capable of improving the internal processes of supervision of civil works, through the application of the methodology of continuous improvement PHVA (Plan, Do, Verify and Act) and implementing SCRUM as a foundation for the development of a software prototype based on geolocation on mobile devices with Android operating system.

### Categorías y Descriptores Temáticos

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

1. Computación aplicada: Investigación de operaciones, Previsión
2. Sistemas de información: Aplicaciones de sistemas de información, sistemas de procesamiento de información móvil
3. Sistemas de información: Aplicaciones de sistemas de información, sistemas de información multimedia, transmisión multimedia

### Términos Generales

#### Palabras clave

Mejora continua, programación móvil, geolocalización

#### Keywords

Continuous improvement, mobile programming, geolocation

### INTRODUCCIÓN

El presente artículo pretende describir el desarrollo de un modelo capaz de mejorar los procesos de supervisión de obras civiles apoyándose en un prototipo basado en geolocalización, que permita que la información esté disponible de una manera más rápida y eficaz con la finalidad de que sea posible realizar los seguimientos correspondientes más frecuentemente.

Con el fin de realizar lo mencionado anteriormente, se utilizó la herramienta de mejora continua PHVA con el objetivo de mejorar el seguimiento continuo, contribuir al avance progresivo de las etapas concebidas en el desarrollo de un proyecto de obra civil, para esto se tomó como objeto de análisis el proyecto de grado titulado “Sistema de monitoreo del sector de alta complejidad de altos de la estancia de la localidad de ciudad bolívar, que permita evaluar la evolución del comportamiento geotécnico a partir de la

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

*instrumentación y monitoreo topográfico, estructural y geotécnico del sector*” de la universidad Distrital Francisco José de Caldas

Inicialmente se abordan los antecedentes en cuanto a supervisión de obra se refiere, asimismo, se realiza un estudio de la situación actual del proyecto en observación, este documento detalla el modelo del sistema de georreferenciación, que será parte de la estructura planteada y que se integra al ciclo de vida PHVA<sup>1</sup>, en donde se documentan cada una de las fases identificando los inconvenientes con mayor relevancia y las posibles causas que lo provocan, asimismo, se estableció indicadores que permitieron verificar la evolución de la situación después de la implementación de los planes de acción definidos en la etapa de planeamiento.

### OBJETIVOS

#### *Objetivo general*

Desarrollar un modelo capaz de optimizar el proceso de calidad, para mejorar los procesos internos de supervisión y seguimiento en los proyectos de obra civil utilizando el ciclo de mejora continua PHVA, mediante un sistema basado en métodos de geolocalización enfocado a la captura y transmisión de imágenes fotográficas.

#### *Objetivos específicos*

- Analizar la situación actual de los proyectos de obras civiles.
- Establecer planes de acción a partir de la situación actual de la empresa en estudio utilizando la herramienta de mejora continua PHVA.
- Desarrollar el prototipo de un sistema basado en geolocalización para tomar y transmitir imágenes de los avances de las obras civiles para dispositivos con sistema operativo Android.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

#### *Análisis de la situación actual*

Actualmente la comunicación de la información en cuanto a los procesos del proyecto, entre el director de obra y el personal de ejecución se ve afectada debido a la cantidad de programas de obra, en los cuales el director posee en la mayoría de los casos toda la responsabilidad de administrar o dirigir.

Por tal razón, la atención que debe suministrarse a cada uno de los subsistemas de obra tiene que dividirse, viéndose afectada la

disponibilidad que se necesita para estar al tanto en un tiempo corto de cada uno de ellos, del mismo modo, gran parte de los problemas en las construcciones, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como desde el punto de vista del servicio, no provienen del diseño, ni de los materiales, sino principalmente de la ejecución del proyecto.

De tal manera que la supervisión tiene un papel extremadamente importante en cuanto se refiere a tiempos de entrega, eficiencia y calidad de la producción, cumplimiento de objetivos y la automatización de los procesos; Ricardo Mora, gerente de Planeación Estratégica y Representante Legal de CNK Consultores, una de las principales compañías de consultoría para ingeniería y arquitectura de Colombia señala en el artículo titulado “supervisión técnica independiente” publicado el 18 de marzo de 2018, que cada constructora debería tener un área gerencial específicamente encargada de la labor de supervisión, a raíz de los recientes acontecimientos relacionados con las graves fallas en diseño y ejecución de las obras civiles en Colombia.<sup>2</sup>

En consecuencia a lo anteriormente mencionado, se hace necesario buscar una alternativa que ayude a mejorar el seguimiento continuo y el avance progresivo de las etapas concebidas en el desarrollo de un proyecto de obra civil, esto, con el fin de optimizar y agilizar de una manera eficiente el proceso de supervisión, vigilancia y seguimiento.

#### *Implementación de la herramienta PHVA*

El proyecto de obra civil de estudio para el desarrollo del presente modelo esta titulado “Sistema de monitoreo del sector de alta complejidad de altos de la estancia de la localidad de ciudad bolívar, que permita evaluar la evolución del comportamiento geotécnico a partir de la instrumentación y monitoreo topográfico, estructural y geotécnico del sector” de la universidad Distrital Francisco José de Caldas, este se encarga del proceso de supervisión de deslizamientos de viviendas en el sector de alto riesgo en el barrio Sierra Morena en Bogotá D.C.

#### Fase 1. Planear

Consiste en estudiar la situación actual, recolectar información y generar un diagnóstico

El ciclo de supervisión de obra inicia con la conformación del equipo de ingenieros que realizarán las distintas actividades de la obra, continua con un proceso en donde se delegan funciones y posteriormente proceso donde se observa, de forma clara y concisa, el seguimiento continuo del estado del terreno y las viviendas inspeccionadas para determinar las afectaciones o el cambio en su situación de riesgo.

Para la identificación de las necesidades y expectativas de los ingenieros de obra se desarrolló una encuesta que fue aplicada a los 13 ingenieros de obra involucrados en esta actividad, enfocada

<sup>1</sup> Guerrero Angel Efrén, metodología para la correcta supervisión de obra, Escuela Superior de ingeniería y arquitectura, Agosto 2016

<sup>2</sup> Diario La Economía (D. E.). Constructoras deberán contratar supervisión técnica independiente, Martes, 25 Julio 2017

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

hacia el manejo y desarrollo del proceso de supervisión estructural.

De una muestra total de 13 encuestados se obtuvieron los siguientes datos:

- Se encontró que el factor que los ingenieros calificaron de mayor importancia fue la organización del material y la definición de recorrido, el porcentaje correspondiente a este factor fue del 32%.
- El factor tiempo suele tener una relación bastante fuerte con la organización, es por esta razón que el tiempo es el segundo factor decisivo en el momento de realizar el proceso de supervisión estructural, el cual obtuvo un porcentaje de ponderación del 27%.
- El factor de agilidad y simplicidad ocupa el tercer puesto como un factor relevante a la hora de realizar el proceso de supervisión estructural, obtuvo una ponderación de 23%

Los factores de tecnología disponible y calidad de la información tienen un menor grado de importancia en el desarrollo del proceso para los ingenieros, obteniendo una ponderación de 10% y 8% respectivamente, el ingeniero de campo se caracteriza porque conoce a profundidad las diferentes actividades y escenarios en los que se verá involucrado al realizar la supervisión, motivo por el cual requiere un grado menor de información o de solución de dudas durante el proceso de supervisión estructural.

En la casa de la calidad figura 1 presentada a continuación se observa en la columna de la izquierda las necesidades de los ingenieros obtenidas de la encuesta. Según estas necesidades se definieron los requerimientos técnicos del proceso para cumplirlas y su relación con las mismas, relación que se encuentra en la mitad de la casa. En la parte superior de la casa (en el techo) se observa la relación entre los requerimientos técnicos establecidos y en la columna de la derecha se identificó el nivel de importancia de cada una de las necesidades según los ingenieros.<sup>3</sup>

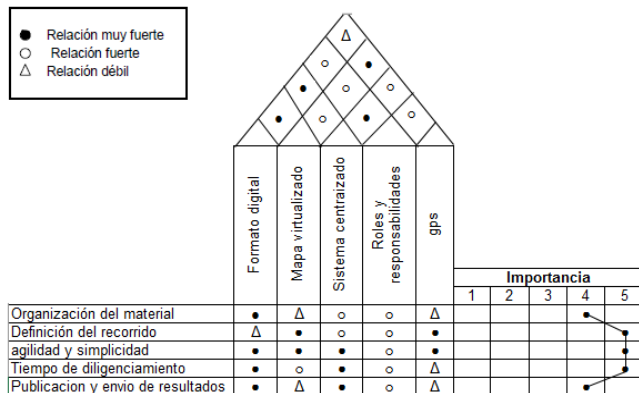


Figura 1- Casa de la calidad del proceso actual

<sup>3</sup> Tarí Guilló Juan José, Calidad total: Fuente de ventaja competitiva, Publicaciones Universidad de Alicante, pág. 100

Teniendo en cuenta la encuesta realiza a los ingenieros de campo y según los resultados de la metodología utilizada QFD, se concluye lo siguiente:

a. Los tres aspectos de mayor importancia para los ingenieros de campo son:

- Simplicidad y agilidad en los procesos
- Definición o selección del recorrido a realizar
- Tiempo de diligenciamiento de los formatos de inspección

b. Con el fin de satisfacer las necesidades de los ingenieros en campo en cuanto a simplicidad y agilidad en los procesos es necesario trabajar sobre los siguientes requerimientos técnicos:

- Implementación de un formato digital
- Desarrollo de un mapa virtualizado de la obra o proyecto
- Diseño de un sistema centralizado.
- Inclusión de un sistema GPS que trabaje de la mano con los demás componentes

c. Para lograr satisfacer las necesidades en cuanto a tiempos de diligenciamiento de los formatos de inspección se deben concentrar los esfuerzos en mejorar los siguientes requerimientos técnicos:

- Actualizar el formato físico a un formato digital, el cual es más práctico, seguro y asequible.
- Implementar un sistema centralizado encargado de compactar y comunicar cada actividad.

d. Finalmente para satisfacer las necesidades en cuanto a definición o selección del recorrido o ruta de inspección, el modelo debe enfocarse hacia:

- Diseñar e implementar un mapa real virtualizado en donde estén ubicados cada uno de los predios a realizar seguimiento, con una ruta definida y alternativas de ubicación para llegar a ellos.
- Complementar el mapa con la ayuda de la geolocalización espacial en este caso el GPS.

## Fase 2. Hacer

Consiste en poner el plan en práctica, es decir se desarrolla una prueba piloto del plan anteriormente realizado. Esta



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

implementación limitada es un experimento para evaluar una solución propuesta y brindar datos objetivos<sup>4</sup>.

Buscando proponer oportunidades de mejoramiento que apuntaran a los objetivos planeados para el desarrollo de este modelo y basados en el diagnostico obtenido, se proponen las siguientes mejoras:

- Diseñar una aplicación móvil con base en un sistema centralizado que permita organizar la información en un solo sitio y sea asequible a cada uno de los ingenieros en campo.
- Crear los formularios de inspección interna y externa en formato digital, los cuales estarán asociados a cada predio , serán paso a paso y se asociarán al esquema fotográfico ideado con el fin de suplir las necesidades visuales indispensables en la inspección.
- Localizar todos los predios haciendo uso del GPS en un mapa virtualizado en donde podrá trazar la ruta más idónea para llegar a las viviendas y en el cual se identificara cada predio con su dirección y chip predial, del mismo modo el barrio donde se encuentra localizado y todo el esquema geográfico en su alrededor.
- La información estará disponible las 24 horas permitiendo de esta manera que se puedan realizar los informes con los datos exactos, organizados y verídicos.
- La inclusión de roles y responsabilidades esquematizara las prioridades y las tareas asignadas a cada miembro del equipo, el cual se hacía antes de comenzar el recorrido y por medio de una reunión anticipada.

A continuación, se propone un diagrama de flujo como propuesta para mejorar el proceso actual que se realiza en la supervisión estructural de obra:

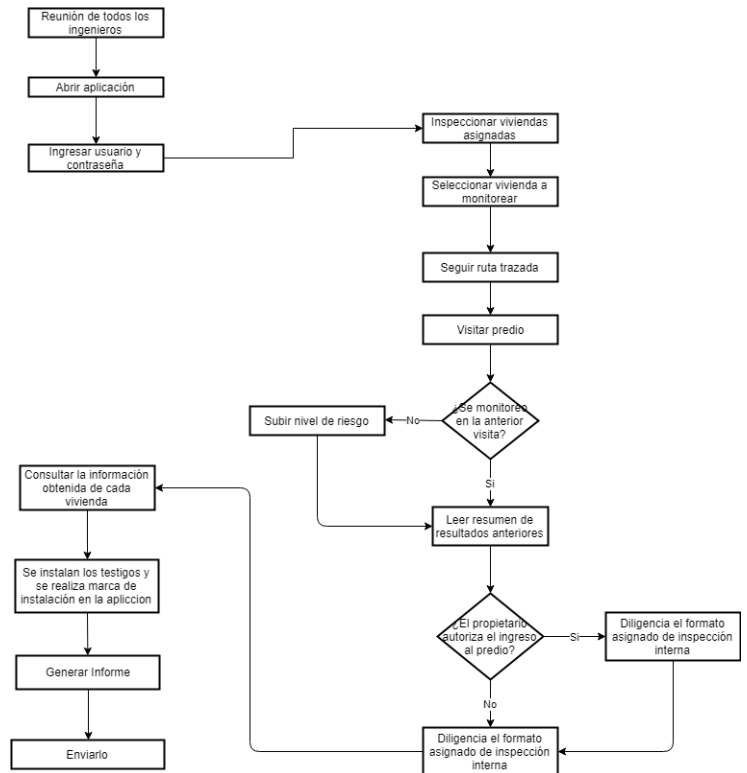


Figura 2 -Diagrama de flujo propuesto para mejorar el proceso

Para implementar el diagrama de flujo propuesto en la figura 2, se plantea el siguiente diseño lógico del prototipo de software

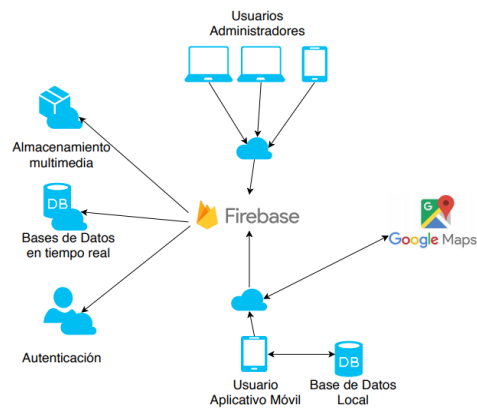


Figura 3 – Diseño lógico del prototipo de software

Los componentes que fueron integrados a la aplicación fueron:

<sup>4</sup> UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas), Herramientas para la Mejora de la Calidad, 2009, pág. 9

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- **Integración de google maps:** para permitir la visualización y la ubicación de los predios, como también la traza de rutas.
- **Integración del servicio de google:** para realizar la autenticación del usuario en la aplicación.
- **Integración con Firebase:** para realizar la base de datos y obtener una suite de aplicaciones encargadas de la seguridad, conexión y almacenamiento de los datos.<sup>5</sup>
- **Android:** La aplicación desarrollada para Android le permite al usuario el envío y recepción de todos los eventos y servicios.

En la siguiente imagen se muestra la navegabilidad de la aplicación en forma jerárquica:

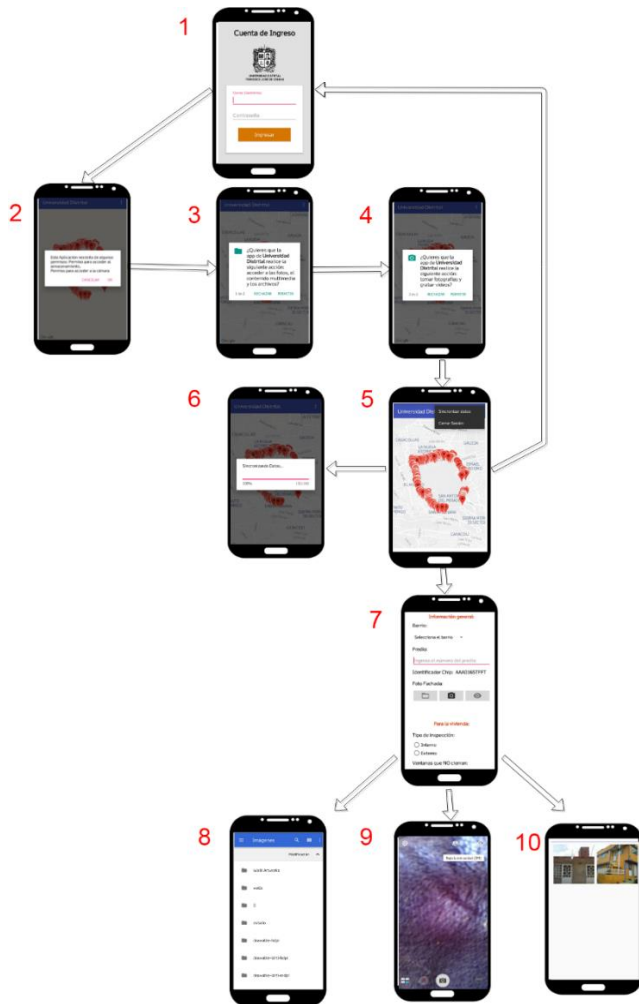


Figura 4 - Diagrama estructural de la aplicación móvil

A continuación, se describe brevemente lo que se puede hacer en cada vista principal.

## 1. Inicio de sesión:

Solicita que ingrese el correo electrónico y contraseña creado por el administrador en la plataforma de Firebase, con el botón ingresar va a intentar verificar los datos ingresados con los datos en la plataforma de FIREBASE, en caso de tener problemas ver el apartado mensajes de error.

## 2. Descripción de permisos:

Describe los permisos que necesitan la aplicación y una pequeña descripción de estos

## 3. Solicitud de permisos multimedia

Solicita el permiso de acceso a fotos y multimedia, para poder elegir imágenes en la pantalla de formulario dentro de la aplicación

## 4. Solicitud de permisos acceso a la cámara

Solicita el permiso de acceso a la cámara, para poder tomar fotos en la pantalla de formulario dentro de la aplicación

## 5. Pantalla principal mapa

La pantalla principal de la aplicación en esta se encuentran los puntos de georreferenciación en el proyecto, cada uno de estos ofrece la información de la dirección y el identificador de cada placa

## Eventos:

- Clic sobre cada punto:  
Visualiza la descripción de la dirección y el identificador de la placa del punto en mención
- Clic prolongado sobre cada punto:  
Abre la pantalla formulario para ingresar los datos de cada punto
- Sincronizar datos:  
Sincroniza la base de datos local y abre la pantalla de sincronización de datos en la nube
- Cerrar Sesión:  
Cierra sesión y redirige a la pantalla inicio de sesión

## 6. Pantalla sincronización de datos en la nube

Muestra el progreso de la sincronización de los datos a Firebase

## 7. Pantalla formulario

Aquí es en donde se ingresan los datos correspondientes a cada casa

<sup>5</sup> Stonehem Bill, Google Android, Firebase learning the basic, 2016

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## 8. Pantalla selección de imágenes

Se seleccionan las imágenes del teléfono, con clic prolongado sobre cualquier imagen permite seleccionar múltiples imágenes

## 9. Pantalla tomar foto

Abre la cámara para que se puedan tomar fotos

## 10. Pantalla visualización de imágenes seleccionadas

Permite ver las fotos elegidas antes de sincronizar en la pantalla formulario

## RESULTADOS

Las fases verificar y actuar permitirán evidenciar de manera eficiente los resultados obtenidos de las fases de planificar y actuar

### Fase 3. Verificar

Al observar el proceso propuesto se evidencia que se ve reflejado una disminución en el número de pasos efectuados al realizar la supervisión estructural de obra, esto genera una disminución total en el tiempo total invertido al finalizar el proceso, es decir, se pasara de un tiempo de supervisión promedio de 415,9 minutos a 99.85 minutos, viendo un beneficio en la reducción de más del 100%, satisfaciendo así las necesidad y puntos de vista expresados por los ingenieros en campo en la encuesta realizada.

A continuación, se muestra la comparación del tiempo del proceso actual vs el proceso propuesto mediante el aplicativo móvil:

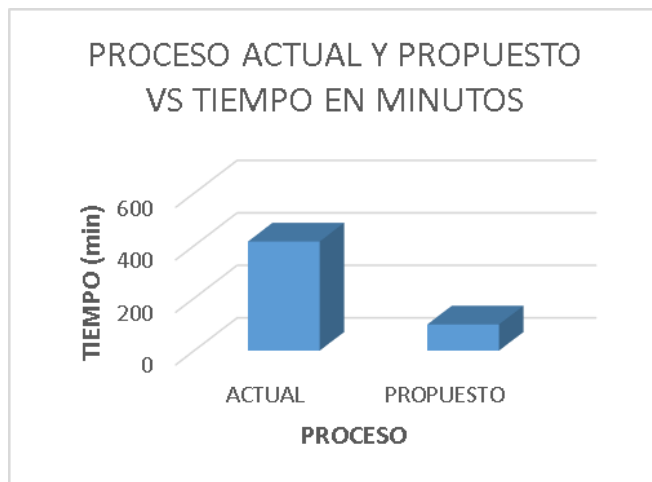


Figura 5 - Grafica de tiempo entre el proceso actual vs proceso propuesto

Con la implementación de esta mejora se obtienen los siguientes beneficios:

- Garantizar que los datos sean verídicos a todo momento.
- Evitar que la información se cruce, pierda, dañe o refunda.

- Garantizar que el ingeniero pueda llegar al predio mediante una ruta que se otorga bajo GPS y evita retrasos en el proceso.
- Simplificar la forma en que se realiza la inspección de los predios.
- Garantizar que el CHIP predial y la dirección del predio sea de forma automática por el sistema.
- Integrar todos los elementos de la supervisión estructural mediante un sistema centralizado en la nube y con posibilidad de consulta las 24 horas.
- Garantizar la definición de roles y responsabilidades aumentando la producción y permitir que el sistema realice la delegación de responsabilidades.
- Proteger los datos obtenidos y asegurar que solo estén disponibles para las personas interesadas y que estén sujetas al proyecto.
- Evitar el filtrado de información y la poca legibilidad de los datos que puede producirse debido al error humano.
- Ofrecer una aplicación novedosa que tiene como filosofía agilizar y simplificar los procesos, requerimiento principal de los ingenieros de obra en campo.
- Garantizar que existe una reducción de pasos en el proceso de supervisión estructural de obra.
- Eliminar el formato de inspección físico.

### Fase 4. Actuar

- Se recomienda diseñar el componente web del prototipo realizado, desarrollado una interfaz que permita a los ingenieros de obra consultar y crear informes más robustos que en una aplicación móvil no son recomendables.
- Se recomienda antes de hacer uso del prototipo realizar la lectura del manual de usuario anexo al presente documento, debido a la necesidad de conocer las funcionalidades y características.
- Se recomienda tener una amplia documentación acerca de los pasos y exitosa implementación del ciclo PHVA.

## CONCLUSIONES

- El paso más importante que se debe establecer al momento de iniciar un mejoramiento de procesos, es plantear una metodología que permita planear fácilmente las actividades que se deben desarrollar, estableciendo un camino que inicia desde la definición del problema hasta llegar a la verificación y ajustes de las propuestas de mejoramiento planteadas, por este motivo se propone adoptar la metodología del ciclo PHVA para la realización de nuevos proyectos de mejoramiento ya que es totalmente completa en cuanto a actividades sugeridas se refiere.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- La metodología planteada permitió generar oportunidades de mejoramiento en cuanto a las necesidades y expectativas establecidas por los ingenieros de obra.
- La metodología PHVA permitió cumplir con todos los objetivos planteados para el desarrollo del presente proyecto.
- Se logró obtener un diagnóstico completo y una visión detallada de la situación actual y de esta manera lograr proponer distintas alternativas por lo cual se sigue utilizar los diagramas de flujos de procesos.
- El desarrollo de una aplicación móvil permite mejorar la velocidad de interacción de los usuarios con la información, reduciendo tiempos significativamente altos en el desarrollo de actividades.
- El uso de la implementando la metodología de desarrollo ágil SCRUM permitió que se definieran las metas de desarrollo en tiempos razonables ya que todos los requerimientos a desarrollar se negocian entre todos los involucrados al proyecto.
- Se logra centralizar los servicios y visualizar el contenido en un dispositivo que es de uso común y de fácil acceso, convirtiéndolo en un paquete en donde todos los servicios se relacionan entre si

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar deseo expresar nuestro agradecimiento al tutor de este proyecto el profesor José Vicente Reyes, por el apoyo que ha brindado a este trabajo, por el e ideas y por la dirección que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida.

Asimismo, agradecemos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y a los organizadores del Congreso Internacional de Computación CICOM por permitirnos participar en este gran evento.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Prototipo para gestionar el sistema eléctrico de un Vehículo por medio de un dispositivo GPS

Yeimmy Paola Ramirez  
Macías  
Ingeniero en Telemática  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
00573202911951  
yeimmypr@gmail.com

Breyner Stihuar Garzón Torres  
Ingeniero en Telemática  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
00573125599053  
breynersgarzon@gmail.com

Miguel Angel Leguizamón Paez  
Docente  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
00573106987623  
mianlepa@gmail.com  
maleguizamop@correo.udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En la actualidad los vehículos se han convertido en objetos de necesidad y comodidad debido a que la venta de estos se ha incrementado de forma considerable, debido a la disminución de sus precios y a que existen diversas formas de financiación que son mucho más asequibles para la gente del común. Esto ha generado el aumento de la circulación de vehículos de diversas gamas y modelos, lo cual ha permitido que algunos de ellos, por ser más comerciales, sean más propensos a robos.

Según cifras de la policía, durante el primer trimestre del año 2017 se reportaron 594 vehículos robados en Bogotá, por lo cual, en promedio siete carros son robados al día en la capital del país. Las modalidades más comunes son el atraco en calles oscuras, falso accidente, auto averiado, duplicado de llave, entre otros. Hoy en día existen varias aplicaciones que pretenden mitigar el hurto, pero se encuentran enfocadas para ciertas marcas y modelos.

De acuerdo a esto, el proyecto origen del presente escrito ofrece una idea tecnológica, mediante la cual, por medio de la interacción de diferentes dispositivos se puede controlar el encendido y apagado del automóvil independientemente de la ubicación en donde se encuentre. También se podrá saber la

ubicación geográfica y los recorridos que ha tenido el vehículo.

### ABSTRACT

Currently vehicles have become objects of need and comfort because the sale of these has increased considerably, due to the decrease in their prices since there are various forms of financing that are much more affordable for people of the common. This has generated an increase in the circulation of vehicles of different ranges and models, which has allowed some of them, because they are more commercial, to be more prone to theft.

According to police figures, during the first quarter of 2017, 594 stolen vehicles were reported in Bogota, so, on average, seven cars are stolen a day in the capital of the country. The most common modalities are the robbery in dark streets, false accident, damaged car, key duplicate, among others. Today there are several applications that aim to mitigate the theft but are focused on certain brands and models. According to this, the origin project of this writing offers a technological idea, through which, through the interaction of different devices can control the ignition and shutdown of the car regardless of the location where you are. You can also know the geographical location and the routes that the vehicle has had.

### Categorías y descriptores temáticos

Técnicas de desarrollo de software: Creación de prototipos de software. Verificación y validación de software: Creación de prototipos de software

### Términos generales

Prototipos de software, sistema eléctrico de los vehículos, dispositivos GPS.

### Palabras clave

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Ciclo Deming, Scrum, Smartphone, GPS, Android, Google maps.

## Keywords

Deming cycle, Scrum, Smartphone, GPS, Android, Google maps.

## INTRODUCCIÓN

La centralización de la información hacia los dispositivos móviles Smartphone ha generado que toda la información pueda ser visible y manipulada por esta clase de dispositivos, por ende, se propone delegar actividades que antes se realizaban de forma individual, en algo que sea central y de manejo personal. En la presente propuesta se pretende crear un enlace en donde el Smartphone se encontrará conectado con el vehículo automotor, en donde, por medio del uso de una red GSM se realizará la comunicación entre vehículo y Smartphone, permitiéndole al Smartphone generar y obtener control sobre aspectos y actividades del vehículo.

Para el desarrollo de este proyecto se ha planteado incorporar tecnología GPS, tecnología con dispositivos móviles, más la incorporación de vehículos automotores, y así poder llegar a brindar y generar un sistema de seguridad vehicular que pueda llegar a estar manipulado desde nuestro dispositivo Smartphone. Por lo tanto, se desarrolla un prototipo de aplicación móvil el cual permitirá al dueño del vehículo, controlar el encendido y apagado del automóvil independientemente de la ubicación en donde se encuentre, además de incluir otras funcionalidades.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Gestionar el componente eléctrico de un vehículo por medio de un prototipo de un aplicativo móvil incluyendo las funcionalidades de un dispositivo GPS.

### Objetivos Específicos

- Diseñar un prototipo de aplicación móvil haciendo uso de la metodología PHVA para toda la gestión del proyecto y la SCRUM para la fase del desarrollo del proyecto.
- Integrar tecnologías móviles como GPS y GSM a sistemas eléctricos automotrices.
- Definir los medios necesarios para poder generar comunicación entre los componentes eléctricos de un vehículo automotor, y el sistema de telecomunicaciones con el cual se trabaja actualmente (GSM).
- Gestionar estrategias de control sobre la comunicación entre dispositivos de forma remota o local.
- Realizar pruebas del prototipo.

## MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto se hizo necesario tener en cuenta conceptos que se relacionan estrechamente con el uso de herramientas que brindan las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), a saber:

### Gps-tracker

Se constituye en un dispositivo localizador muy compacto con tecnología GPS y GSM/GPRS para instalar dentro del vehículo.

Este dispositivo es ideal para localizar y proteger autos, camiones, motos, taxis, autobuses, contenedores, maquinarias, embarcaciones, generando un vínculo controlado y seguro. [1]

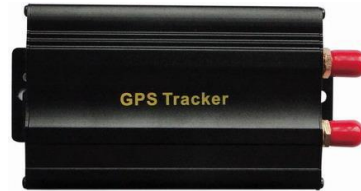


Figura 1. GPS Tracker. [1]

### Características del gps tracker

- Puede rastrear vehículos y programar acciones como parar el motor del vehículo en caso de robo, avisar en caso de robo, secuestro o accidente, y mucho más.
- Tiene un tamaño pequeño que puede instalarse en lugares escondidos dentro de su vehículo (si requiere de instalación).
- Requiere SIM (chip) de cualquier compañía de celulares. [2]

### Funciones del gps tracker

- Localización vía GPS/GSM
- Monitoreo en Tiempo Real
- Permite apagar el motor en caso de robo vía SMS
- Aviso de Exceso de Velocidad Programable
- Batería Interna de Reserva
- Localizador por mensaje sin necesidad de PC o Internet [3]

### Gps

El Sistema de Posicionamiento Global, GPS (siglas de Global Positioning System), es un sistema que permite determinar en toda la Tierra la posición de un objeto con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS se sirve de 24 satélites y utiliza la trilateración [4].

### Gsm

GSM o Global System for Mobile communications (Sistema Global para las comunicaciones Móviles), es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar para teléfonos móviles en Europa. El GSM está presente en más de 160 países y según la asociación GSM, tienen el 70 por ciento del total del mercado móvil digital. [5]

### Android

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles, basado en Linux con un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El sistema permite programar aplicaciones en una variación de Java llamada Dalvik. El sistema operativo proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas y la agenda, entre otros) de una forma muy sencilla en un lenguaje de programación muy conocido como es Java. Una de sus mejores características es que es completamente libre. [6]

## Google maps

Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a Alphabet Inc. Este servicio propicia imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo, e incluso, la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle con Google Street View. [7]

## Sqlite

SQLite es un motor de base de datos de SQL incorporado. A diferencia de la mayoría de las otras bases de datos SQL, SQLite no tiene un proceso de servidor separado. SQLite lee y escribe directamente en archivos de disco ordinarios. Una base de datos SQL completa con múltiples tablas, índices, disparadores y vistas, está contenida en un único archivo de disco. El formato de archivo de la base de datos es multiplataforma - puede copiar libremente una base de datos entre sistemas de 32 bits y 64 bits o entre arquitecturas big-endian y little-endian. Estas características convierten a SQLite en una opción popular como formato de archivo de aplicación. [8]

## Internet de las cosas

La internet de las cosas (IoT) es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora. [9]

IoT ha evolucionado desde la convergencia de tecnologías inalámbricas, sistemas micro-electromecánicos (MEMS), microservicios e internet. La convergencia ha ayudado a derribar las paredes entre la tecnología operativa (OT) y la tecnología de la información (TI), permitiendo que los datos generados sean analizados para obtener información que impulse mejoras. [10]

## METODOLOGIA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En el proyecto se usó la metodología denominada en Ciclo Deming o Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) y para el desarrollo del aplicativo móvil se hizo uso de SCRUM.

La metodología general del proyecto, es decir PHVA o como se conoce en inglés PDCA: Plan, Do, Check, Act, tal y como lo evidencia la Figura 2, consta de las siguientes etapas:



Figura 2. Diagrama PHVA. [11]

- Planificar (Plan): En esta etapa se definen los objetivos y cómo lograrlos, esto de acuerdo a políticas organizacionales y necesidades de los clientes. Puede ser de gran utilidad realizar grupos de trabajo, escuchar opiniones de los trabajadores y utilizar herramientas de planificación. Hay que tener en cuenta que esta etapa es muy importante y es la que permite el desarrollo de las otras fases, lo que indica que si no se planea bien los resultados en las otras 3 etapas no serán confiables.
- Hacer (Do): Es ejecutar lo planeado, en esta etapa es recomendable hacer pruebas piloto antes de implantar los procesos definidos. En su desarrollo se puede evidenciar los problemas que se tienen en la implementación, se identifican las oportunidades de mejora y su implementación.
- Verificar (Check): En esta etapa se comprueba que se hayan ejecutado los objetivos previstos mediante el seguimiento y medición de los procesos, confirmando que estos estén acordes con las políticas y a toda la planeación inicial.
- Actuar: Mediante este paso se realizan las acciones para el mejoramiento del desempeño de los procesos, se corrigen las desviaciones, se estandarizan los cambios, se realiza la formación y capacitación requerida y se define como monitorearlo. [12]

La metodología de desarrollo de la aplicación es SCRUM, considerada como una de las metodologías ágiles que se utiliza para gestionar el desarrollo del software (aplicación móvil).

Esta metodología tiene como idea base la creación de ciclos de breves para cada una de las iteraciones [13]. Los roles principales son el 'Scrum Master, que procura facilitar la aplicación de scrum y gestionar cambios, el Product Owner, que representa a los stakeholders y el Team (equipo) que ejecuta el desarrollo. [14]

Para el desarrollo de la aplicación se solventaron las siguientes etapas: Determinación de requerimientos funcionales y no funcionales y determinación de los actores ligados a los respectivos casos de uso junto a su respectiva documentación.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Los actores implicados en el sistema son:

- Administrador: Encargado de realizar las parametrizaciones y modificaciones pertinentes del sistema, pero no interviene en el uso del aplicativo móvil.
- Usuario: Es el usuario que hará uso de la aplicación móvil el cual tiene instalada en su celular.

## Arquitectura de comunicaciones

- Instalación GPS Tracker
- Integración del protocolo SMS para comunicar el dispositivo instalado en el vehículo y la app por medio de GSM/GPRS,
- Integración de google maps
- Integración del servicio de cuentas de google, para realizar la autenticación del usuario en la aplicación.
- Integración de EventBus el cual ayuda a simplificar la comunicación entre diferentes componentes de la aplicación.

## Funcionamiento gps tracker

El dispositivo GPS Tracker que se utilizó se alimenta directamente de la batería del vehículo, por este motivo siempre que se vaya a utilizar debe ser instalada dentro del vehículo. Hace uso de un microchip GPS que se encuentra en su interior, el cual permite leer continuamente su propia ubicación gracias a la comunicación entre los satélites de posicionamiento global.

## Instalación gps tracker

Para iniciar la instalación del vehículo primero se debe tener en cuenta las partes del dispositivo tal como se puede observar en la Figura 3.

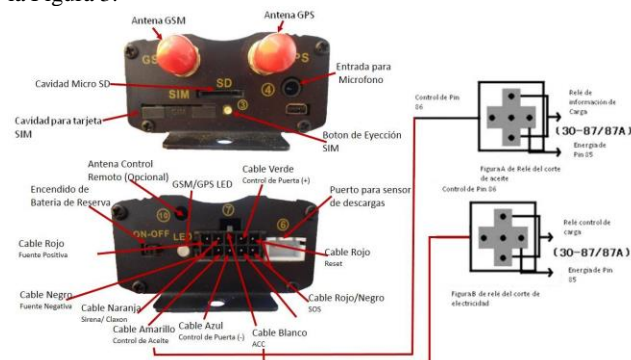


Figura 3. Funciones del dispositivo GPS Tracker. [15]

Lo primero que se debe saber es que el dispositivo de GPS funciona en base a una tarjeta SIM (en este caso el dispositivo solo acepta SIM Standard "15x25 mm") que puede ser de cualquier operador móvil. Esta se inserta en el equipo para poder manipularlo.

Para la instalación del dispositivo se tuvo en cuenta el siguiente diagrama:

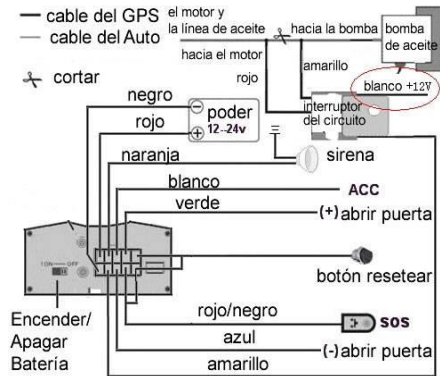


Figura 4. Instalación del dispositivo GPS Tracker. [16]

## Conexión cables de alimentación

Conectar los cables rojo y negro de alimentación de 12 Vts o 24 Vts con el sistema de energía del vehículo. Hay que verificar que las conexiones de las antenas GSM y GPS están bien conectadas, luego se debe prender el equipo con el switch on/off de encendido. En este momento prende el led indicador en rojo, el indicador de la red GSM comienza a parpadear, en 10 o 30 segundos la unidad comenzará a trabajar y adquiere la señal GSM y parpadeara cada 3 segundos. La señal de GPS la mostrará en verde y permanecerá prendida. [16]

Debe tenerse en cuenta que el cable rojo conecta directamente a la batería del vehículo al polo positivo, el cable negro conecta directamente a la batería del vehículo al polo negativo, el cable amarillo conecta a la chapa del vehículo o directamente a la radio del vehículo, el cable verde conecta al relé de corte de corriente, los cables del reset y SOS vienen instalados directamente en el dispositivo, el cable blanco se conecta al AC y el cable azul es conectado al polo negativo de las puertas.

Para iniciar el protocolo de SMS se debe ingresar el siguiente código en el dispositivo: Begin+contraseña. Al momento de enviar este mensaje al dispositivo, este confirmara el mensaje e iniciara toda la programación y ajustes predefinidos en el equipo.

Debe tenerse en cuenta que el dispositivo por defecto maneja GSM, pero en caso de que se requiera cambiar dicha configuración se debe ingresar el siguiente comando: Reads + CONTRASEÑA + ESPACIO + 1

## Dispositivo instalado

La instalación del dispositivo se realizó en un vehículo Renault Logan 2017 como lo evidencia la Figura 5.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 5. Dispositivo GPS Tracker instalado en el automóvil.  
Fuente: Elaboración propia.

## Esquema de la aplicación

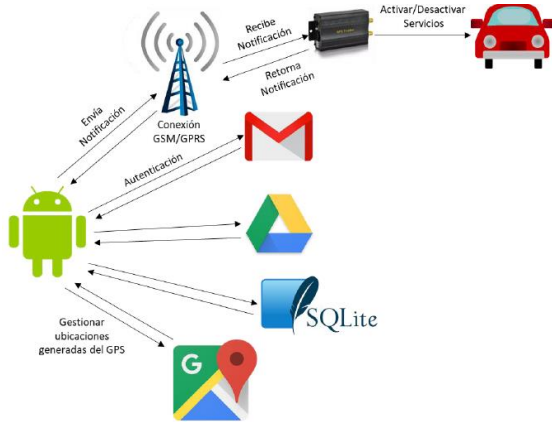


Figura 6. Esquema general de la aplicación. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se evidencia como se lleva cabo el proceso de conexión de la aplicación a las diferentes APIs, se hizo uso de:

- Servidor de correo de G-mail para autenticación de usuarios
- Base de datos SQLite para almacenar la información de la aplicación, así como los puntos de ubicación del vehículo, números de contacto y demás datos del vehículo.

Se da a conocer la torre de radio Frecuencia ya que es donde se describe como es el proceso de comunicación de la aplicación desarrollada con el vehículo por medio de GSM/GPRS.

Los componentes integrados a la aplicación fueron:

- Protocolo SMS, permite la comunicación entre el dispositivo instalado en el vehículo y la app por medio de GSM/GPRS,
- Google maps, permite la visualización y la ubicación de apuntadores en el mapa.
- Cuentas de google, para autenticar al usuario en la aplicación
- La aplicación desarrollada para Android le permite al usuario el envío y recepción de mensajes, los cuales indican los servicios activados o deshabilitados del usuario.

El dispositivo está programado para que cuando reciba ciertos comandos ejecute alguna acción. Cuando el dispositivo reciba

una señal del usuario, éste la procesa y genera un corte el cual permite realizar la actividad solicitada. Por ejemplo, si el usuario ejecuta el comando de apagar el vehículo, el dispositivo verifica si la velocidad que tiene el vehículo permite ejecutar la orden y corta el flujo de gasolina que va al motor, apagando así el vehículo.

## Comunicación dispositiva gps – aplicación móvil

Una vez montado el dispositivo se inserta la tarjeta SIM, la cual permite que el dispositivo use tecnologías SMS, GSM y GPRS. El dispositivo cuenta con un chip que permite enviar señales al satélite de posicionamiento global para que sea reconocido y poder realizar solicitudes de ubicación. Para enviar mensajes de la aplicación al GPS tracker, debe tener saldo y acceso a internet.

El flujo de comunicación entre los dos dispositivos es como se describe a continuación:

- El usuario ejecuta una acción desde la aplicación móvil.
- La aplicación ejecuta el comando y lo envía al GPS Tracker por medio de SMS usando las tecnologías de GSM y GPRS.
- El GPS Tracker recibe la orden y la ejecuta.
- El GPS Tracker retorna a la aplicación móvil un mensaje de confirmación o de error por medio de la red GSM/GPRS.
- La aplicación muestra un mensaje de éxito o de falla.

## Estrategias para la aplicación

Las estrategias que se utilizaron para el desarrollo y control de la aplicación fueron:

- Para la gestión y monitoreo del vehículo se definieron 5 contactos los cuales podrán realizar acciones de forma independiente sobre el vehículo.
- Las acciones ejecutadas por algún usuario no se replicarán a sus contactos.
- Para una mejor visualización el usuario puede monitorear las últimas 5 ubicaciones del vehículo resaltando la ubicación más reciente.
- En caso de que el usuario registre en la aplicación varios vehículos, este tiene la opción de escoger un color para representar el vehículo dentro de la aplicación, todo esto para poder visualizar y representar cada vehículo en el mapa.
- Se segmenta la gestión de cada vehículo asociado a la cuenta por aparte, para evitar inconvenientes al usuario.

## RESULTADOS

Para evidenciar el funcionamiento del prototipo se utilizó un automóvil Logan 2017, en la aplicación se creó con éxito en la base de datos SQLite, como se da a conocer en la Figura 7.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

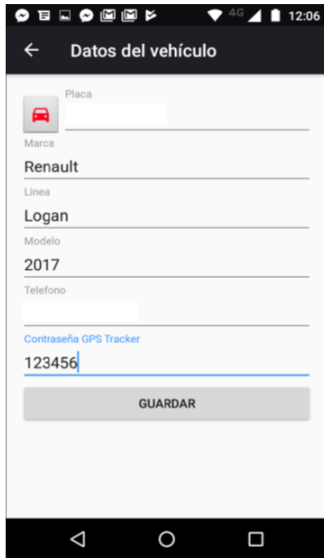


Figura 7. Creación del vehículo en la base de datos SQLite. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de vinculación de contactos (Figura 8) a los vehículos que cuenten con el dispositivo GPS Tracker, debe de existir mínimamente un vehículo creado en la base de datos; para la vinculación de contactos al GPS Tracker se abre una nueva interfaz en donde se agregan uno a uno los contactos que podrán hacer uso de las acciones sobre el vehículo, para la prueba se añadieron 2 de los 5 contactos permitidos para la aplicación.

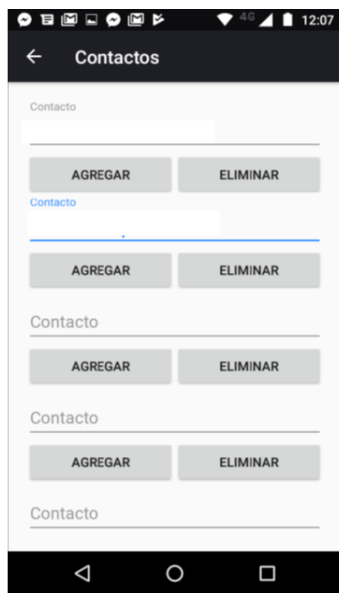


Figura 8. Vincular usuarios a Vehículo. Fuente: Elaboración propia.

## Ubicación y selección del vehículo en el mapa

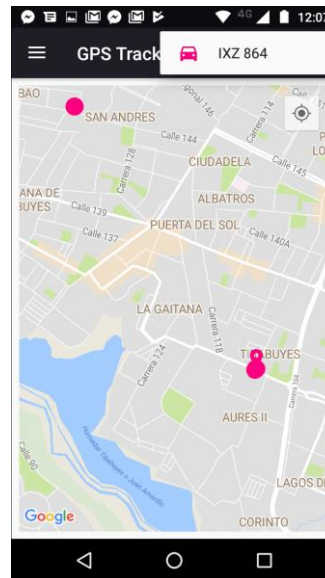


Figura 9. Selección Vehículo para pruebas. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 9 muestra los puntos de ubicaciones del vehículo en el mapa, la última ubicación se encontrará con un indicador sobre ella, visualiza un menú emergente que evidencia el listado de los vehículos creados, al seleccionar el vehículo se abrirá un nuevo menú de opciones que se centran en el vehículo escogido. Después de que se presiona el botón menú emergente, se despliegan opciones para el control del vehículo, por ejemplo: visualizar el Estado del vehículo, Modo bloqueo, Modo Alerta y Modo parqueo, dichos modos son los que me permiten obtener las ubicaciones del vehículo, encender el vehículo, activar el modo alarma, el cual retorna información sobre apertura de puertas, ACC y sensor del vehículo.

### Prueba del gps tracker

Con el fin de activar el dispositivo GPS Tracker se hizo uso del modo alarma el cual, a través del comando arm123456 activa el servicio. Una vez activo, el modulo se dan a conocer la información del estado del vehículo; cuando en este mismo acontece algo, en la imagen se visualiza la llegada de mensaje de sensor y Door los cuales llegan por movimiento del auto o por la apertura de alguna de las puertas.

La aplicación permite:

- Bloquear el vehículo, esto hace referencia a apagar o bloquear el sistema eléctrico del vehículo, una vez este se encuentre bloqueado el vehículo no encenderá por ningún medio, solo hasta que el usuario desde el APP presione o seleccione la opción encender.
- Que un único usuario pueda monitorear uno o más vehículos a la vez (se debe de tener en cuenta que el



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

dispositivo debe de estar instalado en los vehículos que requiera monitorear).

- Visualizar de forma de independiente cada uno de los vehículos que tenga asociado al APP.
- Comprobar el estado del vehículo, con el fin de que el usuario pueda saber la ubicación actual del vehículo.
- Tener un modo alerta que se encarga de simular una alarma silenciosa y remota, una vez esta se encuentre activa, el vehículo reporta de forma separada 3 posibles eventos: En caso de que abran las puertas del vehículo, en caso de que enciendan el vehículo o en caso de que lo golpeen o lo muevan, a través de este modo se envía y seguirá enviando notificaciones de acuerdo a lo que el carro reporte.
- Tener un modo parqueo que permite generar un radio o distancia máxima en la cual el vehículo podrá desplazarse, por ejemplo, en caso de que se deje el vehículo en un parqueadero y soliciten las llaves y sea probable que lo muevan se deba o se activa este modo con una distancia máxima de movimiento, en caso de que este salga de este rango indicado el vehículo envía al APP la notificación.

## CONCLUSIONES

Con la agrupación de diversas tecnologías GSM/GPRS y SMS se ofrece una forma de comunicación instantánea entre la aplicación y el dispositivo que se encuentra instalado en el vehículo.

Con la implementación de este tipo de dispositivos se puede ofrecer un sistema de seguridad simple, económico y asequible para cualquier tipo de vehículo.

En referencia con otras aplicaciones de seguimiento y monitoreo satelital se puede lograr ofrecer un servicio controlado por el usuario sin interacción de terceros.

Se logra centralizar servicios y visualizar contenido en un dispositivo que es de uso común y de fácil acceso.

Con el uso de los servicios que presta Google, se puede lograr que la aplicación sea de uso libre y sin costo.

Al realizar la gestión y monitoreo del vehículo de forma independiente se garantiza accesibilidad y conectividad por varios usuarios.

La integración entre la aplicación móvil y el dispositivo GPS Tracker permite que el monitoreo y gestión de los vehículos sea más fácil de visualizar.

## REFERENCIAS

[1] GPS TRACKER ¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA? En línea <http://complemento360.com/tag/gps/>. Consultado el 20 de marzo de 2017.

[2] GPS VEHICULAR. En línea <http://trackerproteccion.com/gps.php>. Consultado el 20 de marzo de 2017.

[3] GPS MUNDI. Descripción GPS TK 104. En línea <https://gpsmundi.com/producto/gps-lapa-tk-104-con-super-iman-para-seguimientos-encubierto/> Consultado el 20 de marzo de 2017.

[4] ARTICULOS TECNOLOGICOS: GPS. En línea <https://es.calameo.com/read/0047687039bbf524888b3>. Consultado el 20 de marzo de 2017

[5] ¿Qué es GSM? - Definición de GSM. En línea <http://www.masadelante.com/faqs/gsm>. Consultado el [www.masadelante.com/faqs/gsm](http://www.masadelante.com/faqs/gsm).

[6] ¿Qué es Android? En línea <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android>. Consultado el 20 de marzo de 2017.

[7] Qué es Google Maps. En línea <https://iiemd.com/google-maps/que-es-google-maps-2>. Consultado el 4 de abril de 2017.

[8] Base de datos SQLITE. En línea <https://20152835wordpresscom.wordpress.com/2015/11/24/base-de-datos-sqlite/>. Consultado el 11 de abril de 2017.

[9] Internet de las cosas (IoT). En línea <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>. Consultado el 11 de abril de 2017.

[10] Internet de las cosas. En línea <http://miot.es/internet-de-las-cosas/>. Consultado el 11 de abril de 2017.

[11] Ciclo PHVA. En línea [http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/oei/tecnicos/ppios\\_admon/contenido\\_u3\\_2.pdf](http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/oei/tecnicos/ppios_admon/contenido_u3_2.pdf). Consultado el 14 de abril de 2017.

[12] Ciclo PHVA. En línea <https://www.gerencie.com/ciclo-phva.html>. Consultado el 14 de abril de 2017.

[13] SCRUM MASTER: ¿Qué es y qué no es? En línea <http://www.ceolevel.com/scrum-master-que-es-y-que-no-es>. Consultado el 14 de abril de 2017.

[14] Martin Niño, Daniel Ricardo. 2017. La importancia de un Product Owner. Tesis Pregrado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.

[15] Sistema de alarma y monitoreo móvil para automóviles implementando el protocolo de transmisión mqtt y mensajería instantánea.

[16] Instalación del dispositivo GPS Tracker. En línea <https://localizadorgpsracker.com.mx/comprar/manual-tk-103-2/>. Consultado el 14 de abril de 2017.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema de transporte público: Caso práctico Lugares históricos de Cuernavaca Morelos

Sandra Elizabeth León Sosa<sup>1</sup>, Miguel Ángel Ruiz Jaimes<sup>2</sup>, Francisco Ruiz Peralta<sup>3</sup>, Cornelio Morales Morales<sup>4</sup>, Jaime Alberto Solano Tapia<sup>5</sup>, Irma Yazmín Hernández Baéz<sup>6</sup>  
{sandra<sup>1</sup>,mrui<sup>2</sup>; rpfo142755<sup>3</sup>,comorales<sup>4</sup>,jasolano<sup>5</sup>,ihernandez<sup>6</sup>}@upemor.edu.mx  
Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Boulevard Cuahnáhuac No. 566 Jiutepec, Morelos. México (777)  
229-3500

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El transporte público en la ciudad de Cuernavaca Morelos, es uno de los medios de transporte que utiliza el ciudadano en la vida cotidiana, en la actualidad es muy complicado que exista un mapa de las rutas de Cuernavaca, es por ello que el presente artículo tiene como objetivo el diseño de un sitio web apoyándose con la tecnología brinda, un mapa de las rutas de transporte público que puede tomar el ciudadano para poder visitar un museo o un lugar turístico, promoviendo los lugares históricos del centro de Cuernavaca, existen ocasiones que el ciudadano desconoce que ruta debería tomar para poder acudir a visitar el museo, es por ello que a través de este sitio web, se ofrece el servicio de proporcionar las rutas de transporte público que debería de tomar para poder llegar al destino que eligió. Agregando un servicio de música como spotify para hacer ameno el trayecto hasta llegar al lugar seleccionado.

**Palabras claves.** Rutas de transporte, sitio web, tecnología, spotify, museos.

### ABSTRACT

Public transportation in the city of Cuernavaca Morelos, is one of the means of transport used by the citizen in everyday life, at present it is very complicated that there is a map of Cuernavaca

routes, which is why this article has as a goal, the design of a website supported by technology provides a map of the public transport routes that the citizen can take to visit a museum or a touristic place, promoting the historical places of downtown Cuernavaca. citizen does not know what route should take to go to visit the museum, which is why through this website, the service is provided to provide public transport routes that should take to reach the destination you chose. Adding a music service as spotify to make the journey enjoyable until you reach the selected place

### Keywords

Transportation routes, website, technology, Spotify, museums.

### INTRODUCCIÓN

Al visitar los museos o lugares históricos en el centro de la ciudad de Cuernavaca Morelos, no existe un mapa con las principales rutas de transporte público, que pasen por dichos lugares que se requiere visitar, el gobierno, se encuentra buscando alternativas para mejorar el servicio del transporte público, existen blogs donde los ciudadanos sugieren que ruta de transporte deben de tomar por que previamente realizaron el recorrido, y sugieren a los demás ciudadanos, para tener una mejor movilidad para visitar los museos o aquellos turistas que visiten la ciudad. Si bien existen taxis que pudieran llevar a su destino al ciudadano, pero el costo incrementa. Según los datos del INEGI existen 1903811 habitantes en la ciudad de Cuernavaca Morelos ocupando el lugar 23 a nivel nacional [1].

El problema del transporte público en una ciudad se encuentra ligado a diferentes factores como son: el tránsito y el parque vehicular, el crecimiento de la ciudad, el número de habitantes, la orografía y ubicación territorial y además el tipo de comercio o economía que se desarrolla en el municipio y adaptarse a la movilidad y a las necesidades de los usuarios [2].

Cuando se menciona el Servicio de Transporte Público de pasajeros, es el que se presta en una o varias rutas, en caminos y

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

vialidades de jurisdicción del Estado, en las condiciones y con los vehículos que se determinen en esta Ley y en su Reglamento y puede ser prestado bajo las siguientes modalidades: con itinerario fijo, sin itinerario fijo, urbano, Interurbano, Mixto, el que se aborda en esta investigación es el interurbano que son en zonas conurbadas sujeto a rutas regulares, con paradas, terminales y horarios fijos [3].

Según datos del mismo PIMUS (Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable para la Zona Metropolitana de Cuernavaca), el transporte público de la Zona Metropolitana alberga diariamente más de 300 mil viajes dentro de sus 36 rutas y 2,492 unidades registradas, de las cuáles el 75% tiene más de 10 años de antigüedad [4].

## Museos y Lugares turísticos

La ciudad de la eterna primavera conocida la ciudad de Cuernavaca Morelos, es el destino preferido de muchos ciudadanos debido a su cercanía con el distrito federal, la tranquilidad que se respira en cada uno de sus rincones, y por supuesto, la agradable temperatura, la capital morelense ha sido adoptada como lugar de esparcimiento[5].

Esta paradisíaca ciudad tiene también muchos museos, como el Museo Cuauhnáhuac, el museo Robert Brady, el museo de fotografía (El castillito), el museo Etnobotánica (Casa del Olindo)[6].

## OBJETIVOS

El objetivo es desarrollar un sitio web que permita seleccionar el museo o lugar histórico que desea visitar y muestra la ruta de transporte público que debe de tomar para llegar al lugar del destino solicitado.

Objetivo específico.

- Realizar el registro del usuario para poder utilizar el sistema y las funcionalidades del mismo.
- Seleccionar un museo o lugar turístico para mostrar las rutas posibles que pasan por el lugar.
- Implementar un perfil de usuario con los datos relevantes del mismo

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El modelo incremental es el utilizado para desarrollar el sistema web de las rutas de transporte, se utiliza el proceso de desarrollo incremental, los clientes identifican, a grandes rasgos, los servicios que proporcionará el sistema, identifican que servicios son los más importantes y cuáles menos, entonces se definen varios incrementos en donde cada uno proporciona un subconjunto de la funcionalidad del sistema [7].

Se optó por utilizar el modelo incremental para tener prototipos y visualizar si los requerimientos que fueron establecidos son los correctos, dando prioridad a los requerimientos más importantes del sistema.

El modelo incremental desarrollado para la realización del sistema es la siguiente figura 1.



Figura 29 Fases del sistema

**Fase I.** Se establecen los objetivos generales y específicos, realizando una lista de tareas y agruparlas en las interacciones que tendrá el sistema.

**Fase II.** Una vez establecidas las iteraciones se definen cuál será la evolución del producto, donde cada interacción debe ser superada a la anterior.

**Fase III.** Una vez que son validadas las iteraciones se deben de integrar para contribuir al resultado final.

**Fase IV.** Una vez integrado el sistema deben de corresponder con los objetivos establecidos en el sistema web.

## RESULTADOS

Los museos que puede seleccionar dentro del sistema son: Museo casa de Morelos es uno de los monumentos históricos más importantes de la ciudad y del país, puesto que perteneció a uno de los héroes más ilustres de la Historia de México, como lo es Don José María Morelos y Pavón.

La casa fue declarada Monumento Nacional en el año 1934 por la Dirección de Monumentos Coloniales y de la República [8], el palacio de cortés en el centro de la ciudad de Cuernavaca que concentra en su interior el más rico y complejo legado histórico del estado de Morelos. Es un palacio-fortaleza que a través de los años se ha destinado a muy diversos usos [9].

Más que un museo, el MMAPO es un espacio dedicado a las artesanías representativas del estado de Morelos. Sus objetivos son rescatar, preservar, promover e impulsar el arte popular morelense en un espacio lúdico y didáctico donde la exhibición enaltece tanto a la pieza como a su creador; un nicho que resguarda parte de la identidad del estado, que mira hacia el interior de nuestros pueblos y proyecta al exterior una riqueza tangible e intangible milenaria [10].

La catedral de Cuernavaca es la sede de la diócesis católica del mismo nombre en México. Es un edificio barroco del siglo XVI, lo que la convierte en una de las catedrales más antiguas del país [11], y el zócalo por mencionar algunos.

El sistema fue diseñado con un inicio de sesión, se puede ingresar con una cuenta de Spotify o Facebook en caso de no contar con alguna se procede a realizar el registro en el sistema figura 2.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

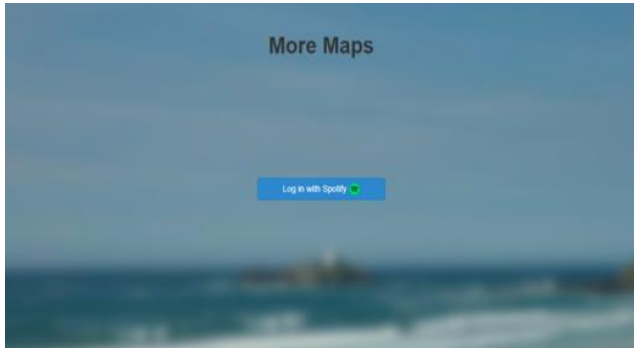


Figura 30 Inicio de sesión

A continuación, se muestra el formulario de registro de Spotify, el cual puede ser por medio de Facebook, Spotify o manualmente Figura 3.

Figura 31 Formulario de registro

## Visualización de rutas

Para poder visualizar las rutas que pasan por los museos o lugares históricos del centro de Cuernavaca Morelos, el ciudadano tiene acceso a las rutas, al realizar su registro e iniciar sesión, el tráfico es mostrado en tiempo real, indicando en color verde cuando la situación es normal, en color naranja el tráfico es moderado, y el color rojo es retraso. Además, si el usuario cuenta con spotify puede ir escuchando música durante el recorrido que debe de realizar para llegar a su lugar de destino Figura 4.

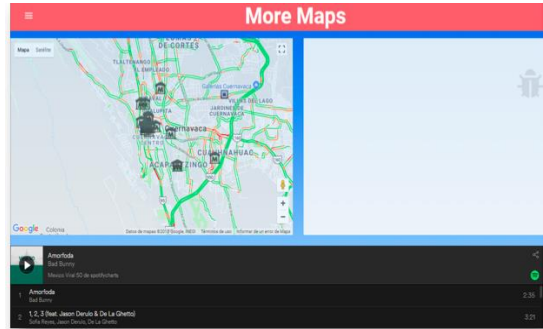


Figura 32 visualización de rutas

Al seleccionar algún icono del museo o lugar turístico mostrara el nombre que corresponde al icono seleccionado y un botón nombrado visitar con el cual podrá mostrar la mejor ruta hacia el destino seleccionado y si no se selecciona el botón visitar el sistema no realiza ninguna, solo muestra el nombre del lugar figura 5.

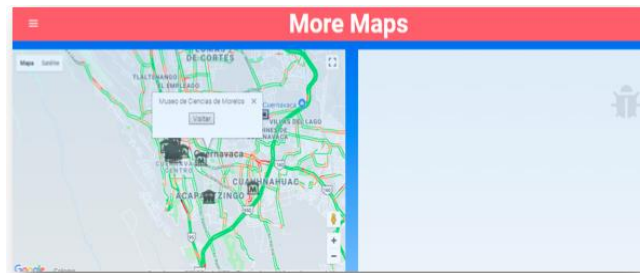


Figura 33 Visualización de información y opción de visitar para mostrar la ruta al destino

Al darle clic en algún museo se muestra un mensaje de las posibles rutas que puede tomar un ciudadano desde su ubicación hasta el lugar seleccionado y cuenta con su respectivo color para identificar más fácilmente las rutas del servicio público figura 6.

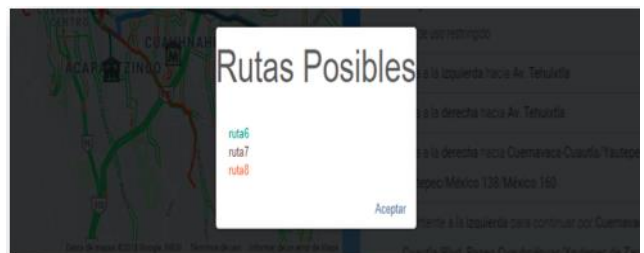


Figura 34 Rutas posibles

Al cerrar el mensaje de las posibles rutas a tomar, se muestra de lado izquierdo la mejor ruta desde la ubicación actual del usuario hasta el lugar seleccionado, así como las posibles rutas que puede tomar para llegar a su destino con sus respectivos colores para identificarlas figura 7.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

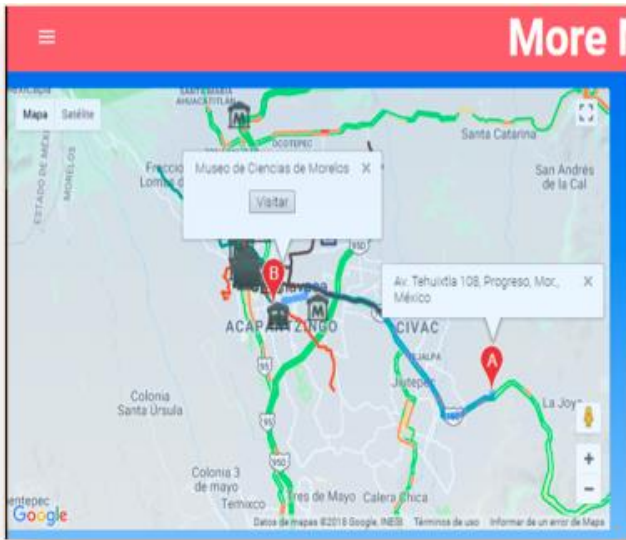


Figura 35 Visualización de la mejor ruta, las posibles rutas a tomar

De lado derecho aparece una lista detallada de pasos a seguir para llegar a su destino, así como los kilómetros de distancia al punto B para que el usuario pueda elegir la más cercana y el tiempo aproximado de llegada para saber qué tiempo se puede hacer al llegar al punto B y con ayuda de la visualización en tiempo real saber si ocurrirá algún percance y se tenga contemplado un poco más de información para su tiempo de llegada figura 8.

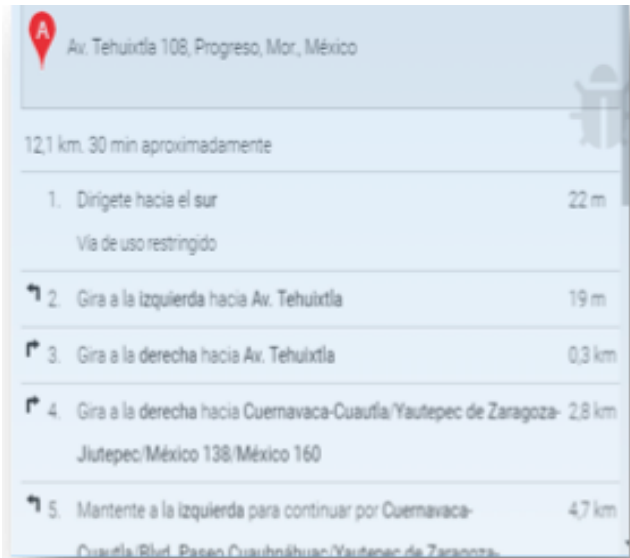


Figura 36 Visualización de información detallada desde el punto A hasta el punto B.

## Noticias

El usuario tiene la posibilidad de informar a otros usuarios en tiempo real sobre acontecimientos acerca de los servicios de transporte público, en especial sobre las rutas de transporte, solo se pueden hacer comentarios sobre las rutas de las opciones preestablecidas para no tener mensajes irrelevantes en dicha sección. Cada comentario cuenta con su nombre de categoría fecha y hora de publicación, así como foto de perfil del usuario que realice el comentario figura 9.

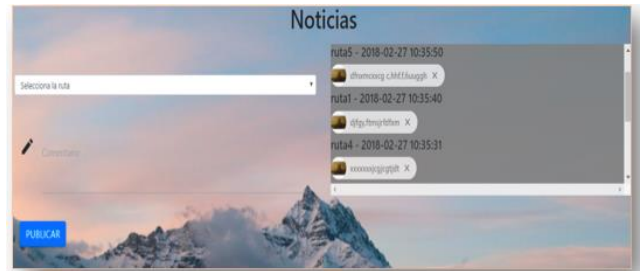


Figura 37 Página de comentarios

## CONCLUSIONES

El realizar un sistema interactivo que muestre los museos y lugares históricos del centro de la ciudad de Cuernavaca Morelos, donde el ciudadano pueda seleccionar cual visitar y aparezca el número de ruta de transporte público que debe de tomar para poder trasladarse, indicando la trayectoria, las indicaciones y el tiempo que recorre para llegar a su destino.

Este sistema es de gran utilidad para los ciudadanos, si bien están las rutas de transporte público, pero se desconoce cuáles pasan por los museos y lugares históricos puedan llegar a pasear, se necesita entrar en blogs donde se puedan ver las recomendaciones, al contar con este sistema se facilitará al ciudadano el que pueda ir a visitar el museo o el lugar histórico apoyando a su economía.

La propuesta con este sistema se enfoca a los ciudadanos puedan conocer los lugares históricos del centro de la ciudad de Cuernavaca puedan acudir a visitarlos mediante el transporte público apoyando la economía en el traslado al museo. Para lograr el desarrollo del proyecto se utilizó una metodología incremental que permite ir generando incrementos con respecto a los requisitos para reducir su tiempo de desarrollo teniendo un impacto favorable en los entregables y puedan observarse las partes del sistema.

Se utilizó las API de google Maps, para poder trazar la trayectoria de las rutas del transporte público que pasan por cada uno de los museos o lugar turístico que el usuario seleccione. Al integrar spotify tiene como finalidad de hacer amena el transcurso del usuario a su lugar de destino. El sistema permite seleccionar que museo se quiere visitar y mostrar las rutas posibles que se pueden tener para poder tomar el transporte público y llegar al destino seleccionado. Por lo cual el desarrollar el sistema será de gran utilidad para el usuario, recorrer los museos de la ciudad de Cuernavaca Morelos



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## REFERENCIAS

- [1] “Número de habitantes. Morelos.” [Online]. Available: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/poblacion/>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [2] G. S. Hernández Chan, M. O. Mercado Carrillo, S. E. León Sosa, and F. A. Román Albores, “Propuesta de Optimización de Rutas de Transporte Público Urbano: Caso Práctico Cierre de Calles Ciudad de Tuxtla Gutiérrez,” in Proceedings of the 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnership for Development and Engineering Education,” 2017.
- [3] Consejería jurídica, “Ley del transporte del Estado de Morelos,” p. 62, 24-Feb-2014.
- [4] Consejería jurídica, “Decreto por el que se establecen diversas medidas administrativas con relación a la implementación del sistema integrado de transporte masivo previsto por la ley de transporte del Estado de Morelos,” 13-Aug-2016.
- [5] “México Travel Club.” [Online]. Available: <https://www.mexicotravelclub.com>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [6] “Cuernavaca, ciudad de la eterna primavera.” [Online]. Available: <https://www.revistabuenviaje.com/conocemexico/destinos/morelos/cuernavaca/cuernavaca.php>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [7] Ian Sommerville, Ingeniería del software, Madrid, España. Pearson Addison Wesley.
- [8] “Museo y Archivo Histórico Casa de Morelos.” [Online]. Available: <http://www.inah.gob.mx/red-de-museos/296-museo-y-archivo-historico-casa-de-morelos>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [9] “Museo Regional Cuauhnáhuac (Palacio de Cortés).” [Online]. Available: <http://www.inah.gob.mx/red-de-museos/249-museo-regional-cuauhnahuac-palacio-de-cortes>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [10] “Museo Morelense de Arte Popular (MMAPO).” [Online]. Available: <http://www.mexicoescultura.com/recinto/66898/museo-morelense-de-arte-popular-mmapo-.html>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [11] R. Landa, “Morelos, ayer y hoy.: La Asunción, La Catedral, Cuernavaca,,” Morelos, ayer y hoy., 11-Dec-2013.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Teletrabajo: Alternativa de inclusión laboral para El Caquetá en el posacuerdo colombiano

Heriberto F. Vargas Losada  
Universidad de la Amazonia  
Facultad de Ingeniería  
Colombia - Florencia  
(+57) 310 862 1408  
heri.vargas@udla.edu.co

Yuddy Lorena Correa Barreto  
Universidad de la Amazonia  
Facultad de Ingeniería  
Colombia - Florencia  
(+57) 314 461 7987  
yudd.correa@udla.edu.co

Diana M. Espinosa Sarmiento  
Universidad de la Amazonia  
Facultad de Ingeniería  
Colombia - Florencia  
(+57) 313 282 4388  
di.espinosa@udla.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Actualmente, las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) facilitan la vinculación al mundo laboral de personas en situación especial, mediante la modalidad de teletrabajo. En este documento se presenta una revisión de las características esenciales que componen este modelo, con el propósito de verificar su aplicación en los espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación establecidos en el departamento del Caquetá, Colombia. En la primera parte se hace una breve contextualización del entorno colombiano una vez firmado el acuerdo de paz, seguido de un análisis de los componentes establecidos en el modelo para la adopción del teletrabajo, finalizando con un análisis e integración de un conjunto de acciones y elementos determinados para contribuir y promover la inclusión laboral en las empresas regionales del departamento.

### ABSTRACT

Nowadays, the new information and communication technologies facilitate the inclusion of people in a special situation to the labour force, through the modality of teleworking. This document presents a review of the essential characteristics of this model, with the purpose of verifying its application in Training and Reintegration Territorial Spaces

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

(Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación - ETCR) established in the department of Caquetá, Colombia. In the first part there is a brief contextualization of the peace agreement led by Colombian government, followed by an analysis of the components established in the model for the adoption of teleworking, ending with an analysis and integration of a set of actions and elements determined to contribute and promote labour inclusion in the regional companies of the department.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Social and professional topics: Professional topics, Computing and business, computer supported cooperative work.

Temas sociales y profesionales: Temas profesionales, Computación y negocios, trabajo cooperativo apoyado por computadora.

### Términos Generales

Cultura digital, Tecnología de la Información y Comunicación, trabajo a distancia.

### Palabras claves

Teletrabajo, Inclusión laboral, Posacuerdo, Caquetá - Colombia.

### Keywords

Teleworking, Labor inclusion, post-agreement, Caquetá - Colombia.

### INTRODUCCIÓN

Frente al panorama del posacuerdo colombiano, en el departamento del Caquetá se establecieron dos Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación que agrupan una población significativa de personas víctimas y/o excombatientes del conflicto armado que se encuentran en proceso de reincorporación a la vida social y laboral.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En Colombia, la Ley 1221 de 2008, específicamente en el párrafo 1, define la modalidad de teletrabajo para la población vulnerable a través de una política pública que promueve la adopción de este modelo, en concordancia con la tendencia a nivel mundial [1].

En este artículo se expresa las características esenciales de la población focalizada. Así mismo, se da a conocer el proceso que se ejecutó para determinar el conjunto de empresas que presenta un grado de viabilidad para adoptar este modelo laboral en el departamento del Caquetá. Por otro lado, se evidencia el análisis realizado a nivel departamental de los servicios tecnológicos ofrecidos por los proveedores y adquiridos por las empresas perfiladas. Finalmente, se expone los resultados obtenidos en cada uno de los factores estudiados, cuyos elementos son aspectos

claves que ayudan a promover la inclusión laboral para la población víctima del conflicto armado, permitiendo la contribución de esta modalidad en el impulso empresarial de la región.

Es importante resaltar que este trabajo es un producto del proyecto de investigación titulado “Teletrabajo como alternativa en la inclusión laboral con el posacuerdo en el departamento del Caquetá” avalado por la Vicerrectoría de Investigaciones y realizado por el grupo de Investigación GIECOM de la Universidad de la Amazonia.

### OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es promover la inclusión laboral para la población víctima del conflicto armado, por medio de la modalidad de teletrabajo en el posacuerdo colombiano, específicamente en el departamento del Caquetá.

### CONTEXTO

La historia de Colombia en el último siglo estuvo marcada por continuos episodios de violencia, situación que se recrudeció a partir de la década de los sesenta con el nacimiento de grupos insurgentes, los cuales llevaron el país a un conflicto interno armado donde se identifican diferentes actores como: las fuerzas armadas, los narcotraficantes, los paramilitares de derecha, las guerrillas de izquierda, el gobierno y la sociedad civil [2].

Siendo este un periodo tan prolongado de violencia, con manifestaciones en la mayoría del territorio nacional, el impacto en la sociedad fue desolador. Las cifras presentadas por el Centro Nacional de Memoria Histórica en su informe ¡Basta Ya! En el año 2013, documentan que entre 1958 y 2012 el conflicto armado ocasionó la muerte de por lo menos 220.000 personas, de 1985 a 2012 determinó el desplazamiento forzado de cerca de 5.700.000 personas, así como 27.023 secuestros en el periodo comprendido de 1970 a 2010, entre otras cifras [3].

En este contexto, en el año 2012 bajo el gobierno del presidente Juan Manuel Santos, se inició en La Habana – Cuba el proceso de paz con el grupo Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia - Ejército del Pueblo (FARC-EP); estos diálogos

fueron refrendados por el Congreso de la República el 24 de noviembre de 2016 [4]. Es así como parte integral del punto relacionado con el Cese al Fuego se contempla la reincorporación colectiva, económica y social de los excombatientes de las FARC-EP [5].

En la búsqueda de alternativas que faciliten la reincorporación de esta población al ámbito laboral, el teletrabajo surge como una opción de inclusión para las comunidades que presentan situación vulnerable y necesidades básicas insatisfechas.

El teletrabajo en Colombia se rige a través de la Ley 1221 de 2008, expedida con el fin de regular y promover la modalidad laboral como herramienta útil para generar empleo y autoempleo, mediante el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) [6]. A su vez establece una política pública de incorporación de esta modalidad a la población vulnerable; en situación de desplazamiento forzado, mujeres cabeza de hogar, en situación de aislamiento geográfico, situación de discapacidad, población en reclusión y personas con amenaza de su vida [1].

En Colombia, se elaboró el Libro Blanco (ABC del teletrabajo), donde se estipula el proceso que deben realizar las organizaciones para la implementación y adopción del modelo laboral; este se basa en cinco etapas, y cada una describe los pasos a tener en cuenta para el cumplimiento de las mismas [7]. La primera es el compromiso institucional, seguido de la planeación general del proyecto, posteriormente la autoevaluación en cuanto a materia tecnológica, jurídica y organizacional, después el desarrollo de la prueba piloto, y finalmente, la apropiación y adopción del modelo (véase Figura 38).



Figura 38. Etapas del modelo del Teletrabajo en Colombia. Imagen elaborada con base en el Libro Blanco [7].

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y su generalizada difusión, han producido una importante transformación en la actividad económica de las organizaciones, en la organización de la producción y el trabajo y las condiciones de vida social [8], a su vez, han facilitado el trabajo y, a lo largo del mundo han permitido mejorar las condiciones laborales de muchas personas, de esta manera, ha generado reducción en las jornadas de trabajo en diversos lugares del mundo [9].

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Dada la gran acogida de las TIC en el mundo, estas han cambiado el escenario del empleo, disminuyendo el peso de algunos factores de exclusión que impiden generar inclusión laboral [10], y de esta manera brindar nuevas oportunidades laborales. Estas nuevas tecnologías aportan de manera significativa en el desarrollo de la modalidad de teletrabajo.

Dentro de la fase de autoevaluación para la implementación del teletrabajo, se establecieron tres requerimientos claves que las organizaciones deben tener en cuenta al momento de adoptar este nuevo modelo laboral (véase Figura 39).



Figura 39. Requerimientos a tener en cuenta en las organizaciones para la implementación del teletrabajo. Imagen elaborada con base en el Libro Blanco [7].

Con el fin de realizar un estudio de viabilidad de la modalidad de teletrabajo en el departamento del Caquetá (Colombia), se realizó un diagnóstico considerando los tres componentes definidos previamente (véase Figura 39), los cuales son requeridos para la implementación de este modelo laboral en el país. Dado que el componente jurídico es de carácter interno y aporta a la legalización de la contratación del teletrabajo de cada organización, no se tuvo en cuenta para el desarrollo de esta investigación, por ende, el análisis se enfocó en el aspecto organizacional y tecnológico de las empresas a nivel regional.

Es de aclarar que, en cuanto al componente organizacional, el factor de decisión de la alta gerencia en las organizaciones no es objeto de estudio, por esta razón, este aspecto no se tuvo presente en el desarrollo del trabajo debido a que es decisión o voluntad política de la organización para la aceptación e implementación de esta modalidad laboral.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Teniendo en cuenta el contexto expresado anteriormente, se adoptó una metodología exploratoria y descriptiva para el desarrollo del trabajo y para ello se estableció tres fases, las cuales se describen a continuación:

### *Focalización de la población*

Los sitios de agrupación de la población víctima y/o excombatientes se encuentran en los Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR), estos existen desde el 1 de agosto de 2017, como fase de transformación de las Zonas

Veredales de Transición y Normalización (ZVTN) [11] y a su vez de los Puntos Transitorios de Normalización; el objetivo de estos espacios es brindar capacitación a los integrantes de las FARC-EP con el fin de que se reincorporen a la vida civil, además de atender las respectivas necesidades en cuanto a la formación técnica de las comunidades aledañas y formular diversos proyectos productivos [5].

Según estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia, el censo socioeconómico de las FARC-EP fue de 10.015 individuos, agrupados en: guerrilleros (55%), milicianos (29%) y privados de la libertad (16%) [12]. Actualmente, el departamento del Caquetá cuenta con dos ETCR, una ubicada en la Vereda Mira Valle en el municipio de San Vicente del Caguán (Norte del departamento del Caquetá) y la otra denominada ETCR Héctor Ramírez en la Vereda Agua Bonita en el municipio de La Montañita (Cercana a la Capital Florencia); según información suministrada por la Oficina del Alto Comisionado para la Paz (OACP), la vereda de Agua Bonita cuenta con una población 268 personas, donde 260 son adultos y 8 niños según datos a corte de noviembre de 2017 [13].

Para el desarrollo del proyecto se seleccionó la comunidad situada en el espacio territorial de Agua Bonita, dada la cercanía que se tiene con la capital del departamento, además de la posibilidad de acceso vial y los convenios institucionales entre ellos los que ofrece la Universidad de la Amazonia y diferentes entes gubernamentales; toda esta sinergia apoya en la inclusión social y laboral a esta población considerado en los lineamientos del posacuerdo.

### *Perfilar empresas regionales*

Con relación al sector empresarial, los datos suministrados por la Cámara de Comercio de Florencia (ente encargado del registro comercial), el departamento del Caquetá cuenta con un registro de 11.291 empresas regionales inscritas y activas, realizando una actividad económica en este territorio, esta información se obtuvo con corte a la renovación mercantil de la vigencia 2018.

Para efectos de encontrar un número viable de datos a procesar y perfilar las empresas regionales para la implementación de la modalidad del teletrabajo, se determinó un técnica de depuración que permitió determinar un conjunto de empresas que presentan un grado de viabilidad de esta modalidad, reduciendo los registros reportados por la Cámara de Comercio de Florencia y de esta manera tener una cantidad menor de las mismas; este proceso se estableció con base en los lineamientos que rigen la modalidad de teletrabajo en el país, en cuanto a lo organizacional, tecnológico y jurídico.

La técnica se estableció en tres momentos (véase Figura 40), en el primero se determinó un filtro por empresas regionales del departamento dado al contexto del proyecto, en el segundo se depuraron los registros según la actividad económica desarrollada por las organizaciones (basado en la

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

implementación empresarial), y el tercero, se perfilaron las empresas teniendo en cuenta diversos criterios establecidos.

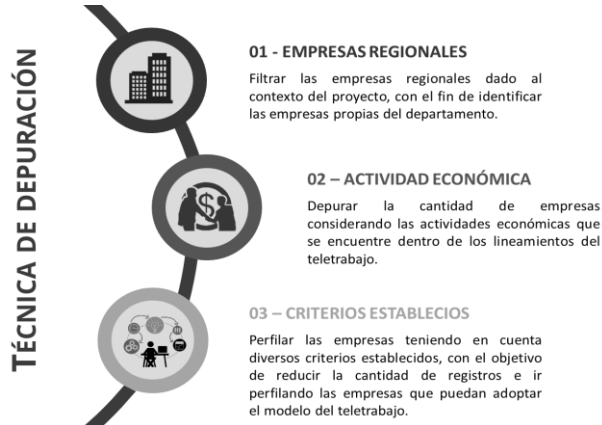


Figura 40. Técnica de depuración de las empresas regionales en el departamento del Caquetá.

Las dos etapas iniciales tienen como finalidad presentar un número finito de empresas viables para desarrollar teletrabajo, esto facilitado por el contexto normativo y regulatorio del país. Para el tercer momento (Criterios establecidos), se determinó un proceso estratégico donde se dividió en dos aspectos, el primero, se basó en la selección de las empresas teniendo en cuenta la naturaleza de las mismas, en este caso se eligieron las de carácter jurídico (Por su estructura organizacional), adicionando algunas de carácter natural, que por su actividad económica presenta un grado de viabilidad; de esta manera, se determinó el conjunto de empresas viables para adoptar el modelo laboral de teletrabajo, y el segundo, se clasificaron las empresas considerando el tamaño de las mismas, determinándose según el número de empleados y el total de activos, (véase Figura 42).

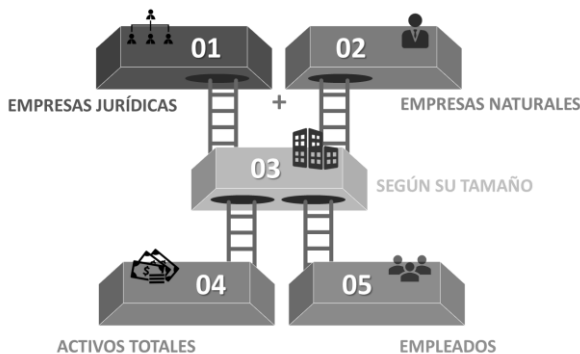


Figura 41. Proceso estratégico para la depuración de las empresas según criterios establecidos.

## Infraestructura tecnológica

Teniendo presente los lineamientos a nivel de infraestructura tecnológica para la implementación del teletrabajo establecidos por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (MinTIC) y Ministerio del Trabajo (MinTrabajo), se realizó un análisis a nivel departamental de los servicios tecnológicos ofrecidos por los proveedores y adquiridos por las empresas perfiladas definidas en la fase anterior.

Con base en la identificación de los proveedores, se realizó un estudio a nivel geográfico de las áreas que disponen de mayor cobertura, contando que el departamento posee una extensión de 88.965 km<sup>2</sup> cuya población es de 496.262 habitantes [14], razón por la cual, la ubicación de las antenas de telefonía móvil radica en las cabeceras municipales donde se centra el índice poblacional del Caquetá; éstas se encuentran localizadas en la zona oeste de la región del Piedemonte Amazónico, reconocido por la porción territorial de la zona Cordillera Oriental [15], ubicación de 14 de los 16 municipios del departamento (véase Figura 42).

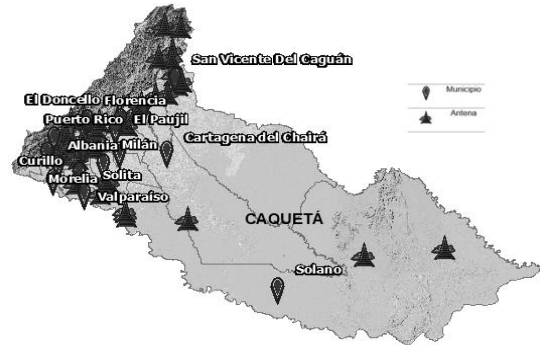


Figura 42. Ubicación de las antenas de comunicación y las cabeceras municipales del departamento del Caquetá.

Las tecnologías ofrecidas por proyectos nacionales (Wi-Fi gratis, Fibra Óptica Nacional, entre otros) ayudan en la calidad de los servicios de las empresas, pero siguen existiendo fallas de cobertura (3G y/o 4G), esto se evidencia de forma clara en la zona rural donde se encuentra ubicada la población seleccionada, residente del ETCR Agua bonita, los productos y el alcance de los mismos son de baja calidad; esto no favorece la implementación de esta modalidad laboral desde el lado del empleado, lo que puede generar poca aplicabilidad o no contar con esta comunidad a nivel laboral.

## RESULTADOS

La inclusión laboral para el departamento del Caquetá de las personas víctimas y/o excombatientes del conflicto armado con respecto al posacuerdo colombiano bajo la modalidad de teletrabajo, es una alternativa que contribuye con el índice laboral del país, y de esta forma fortalecer la actividad económica desarrollada por las empresas regionales (Creadas en el departamento).



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

La eficacia de esta modalidad laboral, son las herramientas tecnológicas, las cuales impulsan el desarrollo económico de las compañías, estas se apoyan en TIC y/o la adquisición de servicios externos ofrecidos por proveedores especializados (Servicio de internet, Telefonía fija y móvil, Voz IP, entre otros) que son contratados para afianzar la actividad que desarrollan las organizaciones en búsqueda de la satisfacción del cliente.

Para contribuir y promover la inclusión laboral en el departamento del Caquetá se determinó un conjunto de acciones y elementos que forman parte de este proyecto, los cuales se expresan a continuación:

## Población

A nivel de la población focalizada para esta modalidad, en el contexto de este trabajo de inclusión laboral de la población víctima y/o excombatientes del conflicto armado en el país se eligió el ETCR de Agua Bonita. Según datos de la Oficina de Paz de la Universidad de la Amazonia, a la fecha, la población es de aproximadamente 170 personas (Hombres y mujeres), este espacio territorial desea convertirse en un pueblo abierto a todos y, en efecto, sus residentes están dispuestos a recibir visitantes que quieran conocer el entorno en que viven, además del trabajo que desarrollan de cara para un futuro auto sostenible.

Esta población fue la seleccionada en vista que cumple varias características, entre ellas: es una comunidad enmarcada a los lineamientos del posacuerdo como ex miembros del grupo armado FARC-EP, su cercanía geográficamente a la capital Caqueteña es relevante para los procesos de inclusión (a nivel de orientación y capacitación) y su infraestructura tecnológica; aunque es mínima, permite la implementación de esta modalidad laboral.

Esta colectividad posee un nivel académico y tecnológico básico, debido a los años de vinculación al conflicto armado y alejado de la educación formal y los avances tecnológicos, lo cual genera un reto adicional y de gran incidencia en el logro del objetivo propuesto.

## Empresas Regionales

Las empresas del departamento del Caquetá pueden llegar a ser partícipe de esta nueva modalidad laboral, que, al pasar los días adquiere mayor auge a nivel mundial. Es por ello que, para perfilar las empresas regionales se aplicó los diversos filtros con base en los factores establecidos previamente, obteniendo como resultado un conjunto de empresas viables para esta modalidad, (véase Figura 43).



Figura 43. Resultados de la depuración de las empresas regionales del departamento.

En la Figura 43 se puede visualizar los resultados obtenidos del proceso de depuración que se realizó a los registros de la Cámara de Comercio de las empresas regionales. El proceso inició con un registro de 11.291 empresas, posterior a ello, como resultado de la aplicación del criterio de actividad económica se obtuvo una cantidad 1.744 empresas, y finalmente, con la depuración teniendo en cuenta la naturaleza les de las empresas se obtuvo un conjunto de 225 empresas.

El conjunto de empresas se compone entre 179 empresas de carácter jurídico y 46 empresas de carácter natural, dando un total de 225 empresas viables las cuales son las posibles alternativas laborales para adoptar la modalidad del teletrabajo en el departamento del Caquetá, (véase Figura 44).



Figura 44. Resultados de la depuración de las empresas regionales del departamento según los criterios establecidos.

En futuros trabajos se desarrollará el proceso metodológico de inclusión, esto con el fin de observar los comportamientos de cada individuo y su adaptabilidad a estos enfoques laborales, los cuales no se abordaron en esta ocasión.

## Infraestructura tecnológica

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El estudio realizado en el departamento del Caquetá logró identificar diferentes proveedores de servicios de internet (ISP) y telefonía móvil, con los respectivos productos que brindan y los diferentes tipos de tecnología que poseen, además de la cobertura que disponen para sus clientes, (véase

Tabla 8).

Tabla 8. Proveedores de servicios tecnológicos en el departamento del Caquetá

Proveedor	Servicio	Tipo de tecnología o capacidad	Zona
Movistar	Internet, telefonía fija y telefonía celular	GSM 2G UMTS 3G LTE 4G	Departamento del Caquetá
Claro	Internet y línea básica	GSM 2G UMTS 3G LTE 4G	Departamento del Caquetá
VisapLine	Internet	1,1 Gigabytes por segundo. Azteca y Claro le provee	Municipio de Florencia
Azteca Comunicaciones (Proveedor principal)	Internet	Banda Ancha, telefonía fija y móvil, Canal dedicado 1,5 a 2 Gigabytes por segundo en fibra óptica	Departamento del Caquetá
Apportnet S.A.S	Internet	Canal dedicado 10 megas	Municipio de San Vicente
Comunicaciones sur colombiana	Internet	Canal dedicado 15 megas	Municipio de San Vicente
Invertecs	Internet	Canal dedicado	Municipio de Curillo
Tigo	Internet, telefonía fija y telefonía celular	GSM 2G UMTS 3G LTE 4G	Departamento del Caquetá

La integración de los factores estudiados en las fases anteriores (la población focalizada, la selección de las empresas y la infraestructura tecnológica del departamento), conforman los elementos estructurales mínimos para el desarrollo de esta modalidad en cumplimiento del objetivo propuesto en esta investigación. Se obtiene como resultado una serie de aspectos claves que ayudan a promover la inclusión laboral para la población víctima del conflicto armado, permitiendo la contribución de esta modalidad en el impulso empresarial de la región.

De esta forma las perspectivas anteriores permiten que esta modalidad se pueda desarrollar en el departamento del Caquetá y se vincule esta población a un contexto social, laboral y económico para el país.

## CONCLUSIONES

Con los índices básicos en infraestructura tecnológica del departamento del Caquetá tanto a nivel de cobertura, velocidad y costos operacionales, la modalidad de teletrabajo puede desarrollarse como estrategia de inclusión laboral, teniendo en cuenta que la decisión final es gerencial o de alta dirección en las empresas regionales que se desee implementar.

Los espacios territoriales (ETCR) zonas geográficas donde se ubica parte de la población víctima o excombatientes del conflicto armado colombiano, para nuestro caso Agua Bonita, poseen adecuaciones físicas facilitadas por el acuerdo de paz, entre ellas están: salas de computo, servicio de internet, cobertura telefonía celular, entre otras características tecnológicas; estas, pueden ser aprovechadas para la implementación de teletrabajo en el departamento del Caquetá y así lograr una inclusión laboral regional de esta comunidad.

La población focalizada para la inclusión laboral por medio de esta modalidad presenta un nivel académico y tecnológico bajo (Porcentaje inferior al 10% con estudios superiores e iguales a secundarios), razón por la cual, desde la academia se puede desarrollar estrategias educativas formales y no formales que faciliten el aprendizaje y la nivelación académica. Estas deficiencias también se pueden abordar desde el eje de extensión social por medio de proyectos sociales donde se forme en aspectos comerciales, laborales, jurídicos, tecnológicos y sobre todo en la actualización teórica en búsqueda de una práctica que fortalezca la vinculación de esta comunidad.

## AGRADECIMIENTOS

A la Oficina de Paz de la Universidad de la Amazonia por su gestión para el acercamiento con la población de Agua Bonita. Así mismo se agradece a los integrantes del grupo de Investigación GIECOM (Gestión del Conocimiento, Informática, Electrónica y Comunicaciones), del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Amazonia por el apoyo en la realización del estudio.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## REFERENCIAS

- [1] Congreso de la República de Colombia, *Ley 1221 de 2008*, vol. 2008, no. julio 16. 2008, p. 15.
- [2] L. Yaffé, “Conflicto armado en Colombia: análisis de las causas económicas, sociales e institucionales de la oposición violenta,” *Rev. CS*, vol. 8, no. 7, pp. 187–208, 2011.
- [3] Centro Nacional de Memoria Histórica, *¡Basta ya!*, vol. 53, no. 9. 2013.
- [4] Colombian Government & FARC, *Acuerdo Final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*. 2016, pp. 1–310.
- [5] Defensoría del Pueblo de Colombia, “Informe Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación,” Colombia, 2017.
- [6] MinTIC and MinTrabajo, “Consideraciones jurídicas y legales del teletrabajo,” in *Libro Blanco. El ABC del Teletrabajo en Colombia*, 2015, pp. 1–24.
- [7] MinTIC and MinTrabajo, *Libro Blanco. El ABC del Teletrabajo en Colombia*. 2015.
- [8] J. Aragón Medina, C. Bonino Covas, and F. Rocha Sánchez, “El papel de las relaciones laborales en la difusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones en España,” *Aragón Medina, Jorge Bonino Covas, Carla Rocha Sánchez, Fernando*. 2004.
- [9] J. D. Vélez Villegas, “El Teletrabajo: una forma de inclusión de las personas en situación de discapacidad al mundo laboral y la gestión de sus riesgos laborales,” *Rev. CES Derecho*, vol. 4, no. 1, pp. 29–45, 2013.
- [10] S. Boiarov, “Telecapacitados: Teletrabajo para la inclusión laboral de personas con discapacidad”. E-libro,” *Anu. electrònicu Estud. en Cpmunicaciòn Soc. Disert.*, vol. 2, pp. 209–237, 2009.
- [11] J. Álvarez, M. Gordo, C. Orrego, A. Silva, and H. Zabala, *Sistematización del fortalecimiento de organizaciones solidarias creadas en los espacios territoriales de capacitación y reincorporación por parte del SUEJE y la UAEOS*, Primera Ed. Bogotá D.C, 2017.
- [12] Universidad Nacional de Colombia, “Caracterización comunidad FARC-EP: Resultados Generales.” pp. 1–12, 2017.
- [13] Oficina de Alto Comisionado para la Paz (OACP), “Vereda Agua Bonita,” *Página Web de OACP*. [Online]. Available: <http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/construccion-paz/espacios-territoriales-capacitacion-reincorporacion/Paginas/ETCR-Aguabonita-La-Montanita-Caqueta.aspx>. [Accessed: 19-Jul-2018].
- [14] D. A. N. de E. DANE, “Proyecciones de población 2005-2020,” 2018.
- [15] Alcaldía Municipal de Florencia, “Plan de desarrollo comunitario del municipio de Florencia 2008 - 2011,” Florencia, 2011.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## TIC al servicio de la gestión ambiental y social dentro del sector agropecuario

Carlos Alberto Vanegas  
Universidad Distrital F.J.C.  
Bogotá, Colombia

cavanegas@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero  
Universidad Distrital F.J.C.  
Bogotá, Colombia

rrodriguezg@udistrital.edu.co

Yeison David Prieto Fajardo  
Universidad Distrital F.J.C.  
Bogotá, Colombia

yprietof@correo.udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Los servicios integrales de gestión ambiental y de responsabilidad social empresarial dentro del sector agropecuario, son muy importantes económica y socialmente, dado que con el propósito de proteger el desarrollo sostenible del sector deben prevenir y controlar factores de deterioro ambiental, este sector presenta una doble responsabilidad, dado que debe garantizar la alimentación para una población y del otro lado contribuyen a la conservación de agro ecosistemas y los ecosistemas vinculados, fuentes y soportes básicos de sus actividad productiva. Este artículo presenta una solución soportada en las TIC que permita optimizar la gestión de los datos de recolección y capacitación de procesos relacionados con los residuos de Pos consumo para empresas del sector agropecuario.

### ABSTRACT

The integral services of environmental management and corporate social responsibility within the agricultural sector are very important economically and socially, given that with the purpose of protecting the sustainable development of the sector they must prevent and control factors of environmental deterioration, this sector presents a double responsibility, since it must guarantee food for a population and, on the other hand, contribute to the conservation of agro ecosystems and related ecosystems, sources and basic supports of their productive

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

activity. This article presents a solution supported in the TIC that allows to optimize the management of the data of collection and training of processes related to the residues of Pos consumption for companies of the agricultural sector.

### Categorías y Descriptores Temáticos

#### Términos Generales

Programación, Reciclaje, Agrícola.

#### Palabras clave

gestión ambiental, responsabilidad social empresarial, sector agropecuario, pos consumo,

#### Keywords

Keywords are your own designated keywords.

### INTRODUCCION

los productos de posconsumo que son aptos para la recolección requieren un tratamiento especial, empresas especializadas realizan esta labor, pero las empresas agropecuarias desconocen en algunas ocasiones como deben entregar este material y deben tener en cuenta si las vías de acceso permiten la movilización de los vehículos y si la cantidad de productos amerita dicha recolección, también entra dentro de sus labores determinar el destino del producto, entre otros. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

El Decreto 4741 de 2005 tiene como objetivo prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, también regula el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

Para ello obliga al generador (proveedor de productos poseen características que confieren a un residuo o desecho la calidad de peligroso) a garantizar la gestión y manejo integral de los residuos, elaborar un plan de gestión integral de los residuos que genere tendencia a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de los

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

mismos, identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos, garantizar que el envasado o empaçado, embalado y etiquetado de sus residuos o desechos peligrosos se realice conforme a la normativa vigente, dar cumplimiento a lo establecido en el decreto 1609 de 2002 “por la cual se reglamente el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”, cuando remita residuos para ser transportados, entre otras obligaciones allí establecidas.

Esto con el fin de prevenir los riesgos de vertimientos, incendios, intoxicaciones, contaminación cruzada o cualquier otro tipo de eventualidad que ponga en riesgo la salud de las personas o el medio ambiente. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### OBJETIVOS

Desarrollar un sistema de información web que beneficie a los actores del sector agropecuario en la cual permita capacitar al usuario final acerca de los beneficios que genera la buena disposición final de los residuos, las consecuencias que genera el no hacerlo y las entidades con las cuales se puede contactar para la recolección de dichos residuos.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

#### Residuos Orgánicos Como Fuente De Energía

Los residuos en general están considerados por la legislación colombiana, en el Decreto 4741 de 2005, como "cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se genere en estado sólido, semisólido, o líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación vigente así lo estipula" (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT, 2005).

Dentro de estos se encuentran los RS y con ellos los producidos en municipios o residuos sólidos municipales (RSM), los cuales están compuestos de ítems de uso diario como plásticos, empaques, césped, muebles, ropa, botellas, restos de comida, periódicos, electrodomésticos, pintura y baterías; según la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), estos residuos presentan una generación total (por material) para 2012, correspondiente a 251 millones de toneladas (antes de reciclaje).

#### Residuos Agrícolas

En las actividades agrícolas de varios países no se realiza la disposición de residuos en un relleno o zona adecuada, siendo la opción más económica la quema descontrolada del material. Esto permite al agricultor reducir el volumen de material, limpiar, despejar la zona para el cultivo, eliminar plagas y liberar nutrientes (CCA, 2014; Magrama, 2013). No obstante,

genera efectos nocivos al medio ambiente la quema de biomasa como madera, hojas y árboles, originando de su total 40% en CO<sub>2</sub>, 32% en CO, 20% en material particulado y 50% en hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), emitidos a escala mundial (CCA, 2014). Vale resaltar que, a nivel europeo, los residuos agrícolas, forestales y acuícolas corresponden al 2% del total del RS (Cepal, FAO e IICA, 2014; Eurostat, 2014).

Mientras que en América Latina los envases residuales de los agroquímicos usados, Argentina ha diseñado alternativas para reciclaje, minimizar el residuo líquido y la opción de crear nuevos envases. De acuerdo a datos registrado para el 1996 se utilizaron cerca de 13.210.000 envases de plaguicidas en el país y 2.710.000 de embalajes. De ellos, 77% fue de material plástico (0.44/h), los cuales son llevados a dos centros de aprovechamiento, para ser reciclados como materia prima de otros plásticos. El material reciclado se compone de 50% de PET y 50% de envases de agroquímicos. El costo del proceso es de 600 US\$/ton, donde un 50% cubre la recuperación para la venta de postes y varillas (Allevato y Pórfido, 2002).

No obstante, Brasil a 2001 ya reciclaba el 20% de los envases plásticos por la ley Federal 9974/00 y el Decreto reglamentario 3550/00, para 2013 se alcanzó el 59% de envases de tereftalato de polietileno reciclados, correspondiente a 331.000 toneladas. Los residuos son clasificados por color, lavados, triturados, para la creación de nuevos elementos, que luego se someten a peletizados por condensación en frío y finalmente moldeados (Allevato y Pórfido, 2002).

En Colombia, cuando se tenía una superficie bajo cultivo de 30.270.000 ha, en el mercado se encontraban cerca de 13.200.000 envases por año. Aunque se planteó una recuperación mediante aprovechamiento energético, el gobierno solo ha planteado el desarrollo de centros de acopio y tercerizado las acciones de aprovechamiento (Allevato y Pórfido, 2002). **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### El Análisis Del Riesgo Ambiental Ocasionado Por

#### Los Plaguicidas Químicos De Uso Agrícola

El objetivo del “análisis del riesgo ambiental” es proteger tanto la salud humana como el ambiente de los peligros que puede acarrear la exposición a los contaminantes en el medio ambiente con base en la prevención y reducción de riesgos.

Comprende las etapas de evaluación, gestión y comunicación del riesgo.

En primer lugar, se debe identificar “peligro” el cual es la capacidad de una sustancia, elemento o compuesto de producir efectos adversos en los organismos; el peligro es una propiedad inherente o intrínseca y no tiene carácter probabilístico, pero si tiene carácter dosis-respuesta.

Así mismo, se debe considerar la “exposición” como la situación de contacto efectivo con la sustancia, teniendo en cuenta la concentración y tiempo de exposición o tiempo de vida media de



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

un compuesto químico o un organismo dentro de un sistema definido.

Por lo tanto, el nivel de riesgo será una función de la peligrosidad (toxicidad del plaguicida) y del tipo, magnitud y duración de la exposición (contacto real hasta que la sustancia entre a ese organismo o compartimento).

$$Riesgo = f(\text{peligro} * \text{exposición})$$

El “riesgo” determina la probabilidad de que, en una situación dada, una sustancia, elemento o compuesto peligroso produzca un daño; por lo tanto, el riesgo conjuga el peligro con la exposición.

Los plaguicidas químicos de uso agrícola pueden estar constituidos por uno o varios componentes con distintos grados de peligrosidad. Por lo tanto, el peligro es una propiedad inherente o intrínseca de los mismos. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

## Después De La Aplicación De Los Productos Plaguicida Agrícolas

1. Lavar el equipo de aplicación, interior y exteriormente, sin contaminar fuentes de agua. Fumigadoras de espalda o de tractor pueden lavarse directamente en el sitio de trabajo y echar el agua de lavado al suelo. Aeronaves deben lavarse en plataformas con sistema de drenaje hacia fosas sépticas o sistemas de tratamiento de desechos.
2. Los envases vacíos deben ser enjuagados como mínimo tres veces o hasta que el agua de lavado salga limpia, como se explicó anteriormente y luego deben ser inutilizados. No deben usarse para guardar agua potable o alimentos.
3. Guardar los empaques o envases con sobrantes, bien cerrados y en un lugar seguro.
4. Lavar la ropa y los elementos de protección, sin contaminar fuentes de agua. La ropa usada para aplicación de plaguicidas debe lavarse aparte de la ropa de uso corriente. Para lavar ropa muy contaminada se recomienda usar guantes de caucho.
5. Bañarse completamente el cuerpo con agua y jabón, incluyendo cuero cabelludo y debajo de las uñas.
6. No reingresar a los campos tratados hasta que la etiqueta lo indique. Esta norma es de carácter general y puede variar según el producto aplicado y del lugar objeto del tratamiento. Como regla general se puede reingresar al cultivo tratado una vez la superficie foliar ha secado. En caso de tener que ingresar al campo tratado antes del plazo recomendado, se debe usar equipo de protección adecuado.
7. Respetar los períodos de carencia, el tiempo que debe pasar entre la última aplicación y la cosecha para garantizar que no quede residuo ó que éste esté por debajo de los límites máximos permitidos.

## Etapas Para El Manejo De Envases Posconsumo De Plaguicidas Químicos De Uso Agrícola

Etapas	Descripción
Triple lavado	Acción desarrollada por el aplicador del plaguicida, tendiente a minimizar el riesgo por la presencia de plaguicida dentro del envase o empaque una vez se ha desocupado.
Inutilización	Acción mecánica desarrollada por el aplicador del plaguicida que impide la reutilización del envase. El empaque cuando se destapa ya queda inutilizado.
Separación	Clasificación realizada por el usuario o aplicador del plaguicida de acuerdo a los materiales en que están elaborados los envases, empaques y embalajes de plaguicidas. Esta acción incluye la separación de las tapas de los envases.
Embalado	Actividad de empaque realizada por el usuario del plaguicida de acuerdo a su material y tamaño, de los diferentes residuos posconsumo con el triple lavado e inutilizados para su almacenamiento transitorio en las fincas.
Acopio	Almacenamiento transitorio realizado por el usuario del plaguicida para la entrega al Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo del fabricante y/o importador en la zona.
Devolución	Entrega del envase, empaque y embalaje de plaguicida posconsumo con el triple lavado, inutilizado, clasificado y embalado al Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo del fabricante y/o importador del plaguicida en la zona.

## Triple Lavado

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Acción de obligatorio cumplimiento desarrollada por el consumidor del plaguicida.

El Triple Lavado es la primera acción y se realiza inmediatamente se desocupa el envase o empaque del plaguicida en el momento en que se prepara la mezcla para la aplicación, esto implica que se esté utilizando los equipos de protección. Consiste en enjuagar con el solvente de la mezcla (por lo general agua) por tres veces, el envase o empaque vacío, al momento de preparar la mezcla, agregando los tres enjuagues al caldo de aspersión, aprovechando el cien por ciento del producto y evitando cualquier riesgo a la salud humana y al ambiente. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Solamente se hace con envases plásticos, metálicos o de vidrios y a los empaques plásticos y aluminizados que se mezclan con agua. No se realiza el Triple Lavado a empaques de papel que el producto tenga directo contacto con él.

La secuencia de acciones en el Triple Lavado consiste en desarrollar los siguientes pasos:

ESCURRIR	Ecurrir del envase o evacuar del empaque plástico o aluminizado, la totalidad del plaguicida
ADICIONAR	Adicionar solvente (por lo general agua) hasta un cuarto de su volumen
TAPAR Y AGITAR	Tapar el envase o cerrar el empaque agitando fuertemente en movimiento del envase en todos los sentidos por un periodo mínimo de 30 segundos
AGREGAR	Colocar el enjuague dentro de la bomba de fumigación o dentro del tanque o caneca de preparación del caldo de aspersión o mezcla
REPETIR PASOS ANTERIORES	Repita los pasos 2, 3 y 4 dos veces más

## Inutilización de envases, empaques y embalajes después del Triple Lavado.

Actividad desarrollada por el usuario del plaguicida al finalizar el triple lavado. Los envases plásticos o metálicos deben ser inutilizados mediante alguna acción mecánica de corte, perforado o compactado, que impida su utilización posterior, pero sin destruir la etiqueta. No realice actividades mecánicas de inutilización a envases de plaguicidas cuya presentación comercial sea presurizada o de vidrio. (Ej. Aerosoles).

Los envases metálicos, que por su condición de dureza se dificulta la inutilización mediante corte o compactado y que por el sistema de sellado y cierre impide la evacuación total del

producto y/o del enjuague de lavado, se recomienda realizar el perforado manual ayudado de una varilla de 1/2 pulgada con punta aguzada en uno de sus extremos y un mazo o martillo. Por la abertura de evacuación del producto se introducirá la varilla con la punta aguda hacia la parte interna del envase hasta llegar a la base, mediante impacto perfore el envase en la base del mismo, de esta forma permite evacuar la totalidad del tercer enjuague, además de inutilizar el envase.

Si las condiciones lo facilitan, envases de 60 litros, canecas de 55 galones o 205 litros, 500 litros y en general envases de mayor capacidad, sean estas plásticas o metálicas, pueden ser inutilizadas mediante perforado con taladro y broca en la superficie, base y tercios alto, medio y bajo de la pared. Puede utilizar para esta acción de igual forma una segueta, caladora, motosierra, sierra circular o sierra sin fin en las plásticas, en metálicas solo taladro o segueta.

Las herramientas utilizadas en la inutilización no pueden ser empleadas en labores domésticas que pongan en riesgo la salud de personas y animales. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

## Embalado De Los Envases, Empaques Y Embalajes De Plaguicidas Con El Triple Lavado E Inutilizados

Una vez los envases y empaques han tenido la práctica del Triple Lavado, estén inutilizados y con las tapas separadas, los envases de 1 litro y menores a él deben ser empacados en sacos, tulas, estopas, bolsas, costales o cajas con las tapas separadas. La abertura de la bolsa debe ser amarrada con cabuya, fibra, cordel o cualquier material que facilite su destape posterior. Los embalajes deben ser identificados con una marca que los diferencie de los utilizados para empacar otros materiales o residuos.

Envases de Galón y 4 litros deben ser agrupados en una cantidad no mayor a 25 unidades, pasando un cordel por entre sus maniguetas o agarraderas. Estos envases deben ir con la tapa separada y empacadas en una bolsa aparte.

Envases de capacidad mayor a Galón y 4 litros, serán entregados a granel con las tapas separadas y empacadas en bolsa aparte.

Empaques o bolsas de plaguicidas con el Triple Lavado, se colocarán una sobre otra a modo de servilletas y se empacarán en estopas, tulas, costales, bolsas o cajas.

Los embalajes para su devolución se deben desarmar y agrupar en pacas que no superen más de 20 unidades y/o 30 kg de peso. Los contenedores de productos que tienen como embalaje un cilindro o tarro, empáquelos compactados en estopas, tulas, costales, bolsas o cajas. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

## Acopio De Residuos Posconsumo De Plaguicidas Con El Triple Lavado

De acuerdo con la normatividad vigente, los sitios destinados para el acopio de los residuos posconsumo de plaguicidas deben estar acondicionados de manera segura en especial contra incendio, derrames o sustracción por personal no autorizado.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Deben contar con señalización de seguridad, pisos y diques de contención, conducciones de manejo de aguas lluvias, instalaciones sanitarias y no estar contiguos a viviendas o instalaciones de preparación y almacenamiento de alimentos y su capacidad no debe excederá 25.000 kg de residuos posconsumo de plaguicidas.

Mientras se procede a la devolución, el agricultor de minifundio puede realizar el acopio de estos residuos posconsumo en su finca en el mismo sitio donde guarda los plaguicidas, teniendo en cuenta que este sitio debe ser aparte de la vivienda familiar o de trabajadores, animales, alimentos humanos y de animales y que debe estar acondicionado y señalizado de acuerdo a las recomendaciones de la Guía para el Almacenamiento de Plaguicidas. En caso del agricultor mediano o grande, se debe disponer de un sitio para el acopio de este tipo de residuos, debidamente señalizado, bajo cubierta, ventilados, aislados, aparte de la vivienda familiar o de trabajadores, animales, alimentos humanos y de animales. Si las condiciones de la finca o la empresa lo permiten, podrá hacerse en el mismo sitio donde se almacena los plaguicidas o disponer un sitio aparte guardando las características de seguridad definidas en la Guía para el Almacenamiento de Plaguicidas. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

## Devolución

Los envases, empaques y embalajes de plaguicidas posconsumo con el Triple Lavado e inutilizados deben ser entregados por sus consumidores, al mecanismo de devolución que el fabricante o importador haya establecido, llevándolos al centro de acopio, expendios de insumos agrícolas o sitio definido por un Mecanismo de Devolución establecido para tal fin.

La Resolución 693 de 2007 ha sujetado a devolución los siguientes residuos posconsumo: plaguicidas en desuso, sus envases o empaques y los embalajes que se hayan contaminado con plaguicidas para su retorno a la cadena de producción-importación-distribución-comercialización.

El fabricante o importador del plaguicida tiene la responsabilidad de presentar ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, un Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo. Este plan es el instrumento de gestión que contiene el conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de residuos posconsumo que al desecharse se convierten en residuos o desechos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones con procesos que permitan su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada.

Los elementos o sistemas de devolución deben ser accesibles a la participación de las partes interesadas. Así mismo los importadores o fabricantes de plaguicidas determinan la estructura orgánica destinada para la ejecución del Plan y la participación de los demás actores en el plan. Existen diferentes experiencias en las cuales, a través de una estrategia conjunta, con la participación de varios consumidores de plaguicidas, los comercializadores locales, regionales, Centros Provinciales, Distritos de Riego, Asociaciones, Comités, Cooperativas, Alcaldías Municipales que facilitan la coordinación de un

mecanismo de devolución de los residuos posconsumo de plaguicidas acorde a las necesidades de la región.

Algunos importadores o fabricantes de plaguicidas han desarrollado certificaciones de entrega como una importante herramienta de control y vigilancia para las autoridades ambientales, de salud y agrícolas, con la cual se puede verificar la participación de los diferentes eslabones de la cadena en los Planes de Gestión de Devolución de los Productos Posconsumo, de igual forma las entidades de normalización de calidad, ambiente, inocuidad, BPA entre otras, podrán verificar las diferentes acciones desarrolladas y hacer seguimiento. De igual forma, se han entregado constancias a sus comercializadores por cada participación activa en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

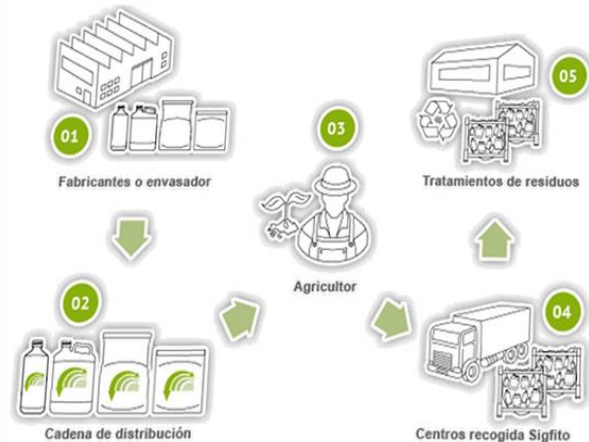


Figura 1 Programa Sigfito. Cadena donde se involucra el material con contenido fitosanitario

Fuente: Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica

## Caso de Estudio

### Descripción

Actualmente muchos de los actores del sector agropecuario no tienen el conocimiento pertinente sobre el uso que debe llevarse con los elementos posconsumo de los productos plaguicidas y veterinarios que usan. Esto pasa debido a que en ocasiones estos actores viven en lugares donde es complicado el acercamiento por parte de personas que brindan dichas capacitaciones y el transporte de estos actores hacia los pueblos cercanos donde dictan las capacitaciones conllevan de bastantes horas de trayecto, lo que implica para ellos una gran limitante. Es importante que estos actores posean el respectivo conocimiento puesto que el mal uso de estos residuos acarrea consecuencias que afectan directa e indirectamente la salud y el bienestar tanto de ellos, de sus familias como de los animales que también habitan en el lugar.

### Actores

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

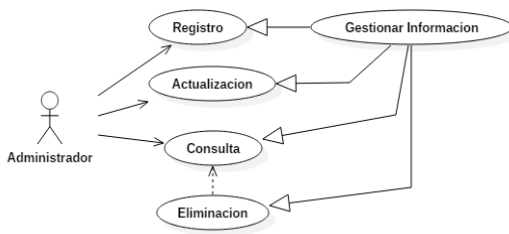
Administrador	El actor administrador podrá registrar, actualizar, consultar y/o eliminar información acerca de capacitaciones y entidades autorizadas para la prestación del servicio según lo establece la ley
Usuario Final	El actor usuario final podrá consultar acerca de la información registrada y puesta a disposición por el administrador

Tabla 9 Actores que interactúan con el sistema

## CASO DE USO

Al identificar la necesidad de capacitar y orientar a los usuarios finales acerca del buen uso y disposición de los residuos que generan los productos plaguicidas que usan; se planteo desarrollar un sistema de información que permita a un administrador alimentar el sistema con los datos correspondientes de capacitaciones y entidades que prestan este servicio.

Figura 45 Caso de uso Administrador



Fuente: Autores

Figura 46 Caso de uso Usuario final

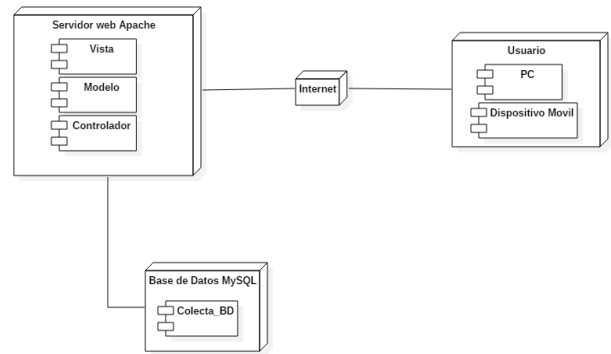


Fuente: Autores

## Arquitectura

La figura 3 muestra los componentes del aplicativo web, el desarrollo del aplicativo web se realizó en PHP bajo el patrón modelo vista controlador y una base de datos cuyo sistema gestor es MySQL.

Figura 47 Diagrama de Despliegue

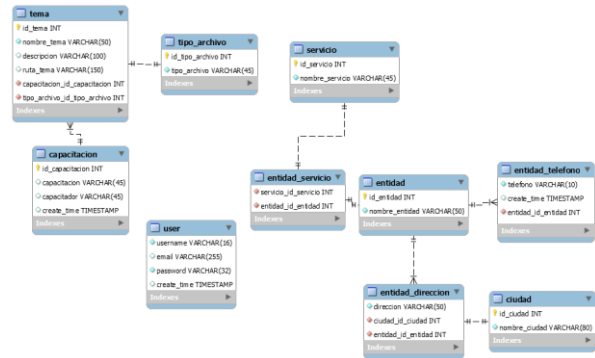


Fuente Autores

## Diseño e Implementación

En la figura 3. Se puede observar el diagrama relacional de la base de datos que permite el correcto almacenamiento de la información que manejará el sistema para su posterior reutilización.

Figura 48 Diagrama Relacional



Fuente Autores

## Recomendaciones

Para dar continuidad a este proyecto se recomienda la utilización de scraping para la obtención automatizada de los datos disponibles en internet, entre ellos principalmente los datos normativos. También se recomienda el uso de inteligencia artificial para el procesamiento de los datos obtenidos y autoaprendizaje del sistema.

## CONCLUSIONES

El sector agropecuario es uno de los sectores más importantes de la economía, sin embargo, es uno de los sectores en los que menos se invierte y de los que menos se ven beneficiados de la tecnología.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

Los residuos de los productos plaguicidas y veterinarios utilizados por los actores del sector agropecuario son altamente contaminantes y riesgosos para la salud humana y animal.

Mediante un sistema de información web, aplicando el patrón MVC se puede gestionar la información de las capacitaciones brindadas a los actores del sector agropecuario, reduciendo así los tiempos empleados para dichas capacitaciones y el riesgo de que estos al realizar una mala disposición de los residuos puedan generar situación es que pongan en riesgo su salud o la de sus allegados.

## AGRADECIMIENTOS

## REFERENCIAS

- [1] Metroflor, Edición 85, 17 mayo de 2018, pags. 50-51  
<http://www.metroflorcolombia.com/edicion-no-85/>
- [2] DECRETO 4741. Diario Oficial 46137 Republica de Colombia, diciembre 30 de 2005.
- [3] Chávez Porras, A. Rodríguez González, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica, Revista Academia & Virtualidad. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia
- [4] Andi, GUIA PARA LA GESTION AMBIENTAL RESPONSABLE DE LOS PLAGUICIDAS QUIMICOS DE USO AGRICOLA EN COLOMBIA  
<http://cep.unep.org/repcar/capitacion-y-conciencion/andi/publicaciones-andi/Guia%20ambiental%20plaguicidas.pdf>



# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## 5. TENDENCIAS, RETOS Y TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Análisis de las Características de las Aplicaciones Móviles Educativas más Usadas

Rocío Rodríguez Guerrero  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
rrodriguezg@udistrital.edu.co

Miller Gómez Mora  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
mgomez@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El avance tecnológico ha permitido la creación de dispositivos que cambien el estilo y la forma de vivir de las personas, desde que los dispositivos móviles y sus aplicaciones llegaron al mercado se han incrementado en calidad, variedad y uso; el aprendizaje móvil introdujo los procesos educativos a una nueva dimensión. Este artículo muestra el análisis realizado a las características que incluyen las aplicaciones móviles educativas más usadas en el mundo, sus beneficios, consecuencias de uso e inconvenientes, esta investigación se realizó en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

### ABSTRACT

The technological advance has allowed the creation of devices that change the style and way of living people, from mobile devices and their applications in the market has increased in quality, variety and use; Mobile learning introduced educational processes to a new dimension. This article shows the analysis of the features that include the most used educational mobile applications in the world, its benefits, consequences of use and

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

inconveniences, this research is carried out at the Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

### Categorías y Descriptores Temáticos

CCS Concepts: • **Applied computing** Education [Interactive learning environments].

### Términos Generales

TIC, Enseñanza Movil software, aplicaciones

### Palabras clave

Enseñanza móvil, aplicaciones móviles, uso, descarga, metodologías

### Keywords

Mobile learning, mobile applications, use, download, methodologies.

### INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), según Cabero(1998) son “las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconectadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas”, es por ello que han adquirido un espacio importante en diferentes contextos de la sociedad, sus servicios evolucionan mejorando día a día, volviéndose imprescindible.

En el ámbito de la educación, el cual también está en constante evolución, las TIC proporcionan apoyo a procesos de aprendizaje en diferentes aspectos y con diferentes herramientas tecnológicas,

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

tales como: sitios web, blogs, wikis, ambientes virtuales de aprendizaje, aplicaciones móviles, entre otros, que posicionan al estudiante como actor principal de su aprendizaje, según Cruz & Barragán (2014) lo que le da un verdadero potencial dentro del aula a las Tics es el sentido pedagógico, por lo que dicha incorporación debe ser el producto de una reflexión constante del docente sobre varios aspectos, entre ellos, *la estrategia didáctica que se va a utilizar, las competencias por desarrollar, la temática y la problemática que se debe solucionar.*

## OBJETIVOS

Analizar las características que incluyen las aplicaciones móviles educativas más usadas en el mundo, sus beneficios, consecuencias de uso y sus inconvenientes.

Incrementar el uso de la herramienta TICS de software en la vida diaria de los habitantes de la localidad.

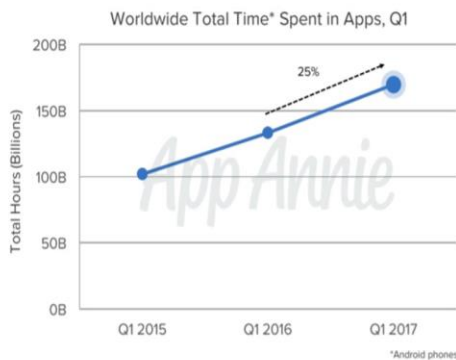
## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

### Mundo Digital

La inmersión de las TIC en la sociedad permeo todos los contextos, el mundo ahora es cada día más digitalizado, es por ello que las personas requieren poseer competencias digitales para poder trabajar, aprender, comunicar y vivir con mayor productividad, facilidad y conectividad.

En el 2016 de acuerdo a un informe elaborado por App Annie los usuarios pasan un trillón de horas utilizando aplicaciones móviles y en el 2017 la tendencia estuvo en aumento un 25% como se observa en la gráfica 1, esta tendencia reflejan que hay más personas que usan aplicaciones más de lo que habían antes. (Alfocea, J., 2018).

Grafica 1. Tiempo de uso aplicaciones móviles en Android



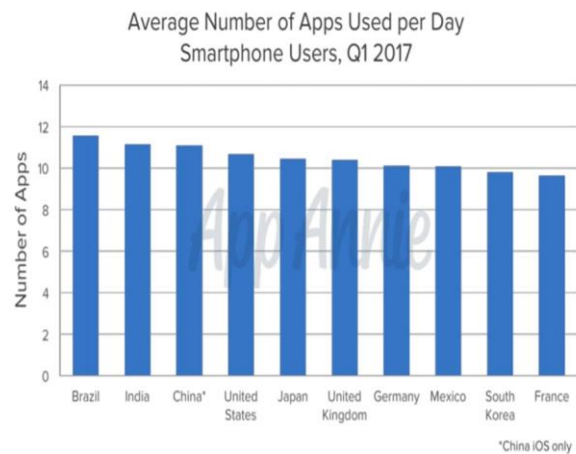
Fuente: (Alfocea, J., 2018)

La mayoría de personas utilizan más de diez aplicaciones por día. Las apps preinstaladas inciden en su uso, por ejemplo, Google Chrome predomina en Android mientras que en iOS lo hace Safari. Los usuarios de dispositivos Android juegan más juegos que los usuarios de iOS. Sin embargo, los usuarios de iOS utilizan una mayor variedad de medios sociales que los usuarios de Android. Según App Annie, lo realmente importante a tener en cuenta no es el nombre de las aplicaciones, sino la variedad de tipos de aplicaciones que la gente utiliza cada mes. (Alfocea, J., 2018).

### Aprendizaje Movil

La incorporación de las TIC en los procesos educativos brinda amplias posibilidades para ofrecer modelos educativos alternativos en los que las tecnologías pueden convertirse en apoyo o complemento de la educación presencial (Tobón, 2010). Es así como surgen nuevas alternativas de aprendizaje basadas en las TIC que posibilitan crear ambientes de aprendizaje virtual que relacionan en un mismo contexto estudiantes, docentes, recursos educativos, medios de discusión entre otros, para Ausubel (1997:42) se crean nuevos tipos de aprendizaje como el significativo, “que se logra cuando el estudiante puede relacionar los nuevos conocimientos con su experiencia individual (con lo que ya sabe)”.

Grafica 2. Número de aplicaciones diferentes utilizadas cada día según regiones



Fuente: (Alfocea, J., 2018)

Para Sharples (2002) el desarrollo de aplicaciones móviles es un paradigma emergente en un estado de intenso, impulsado por la confluencia de tres corrientes tecnológicas, poder de cómputo, comunicación y el desarrollo de interfaces de usuario inteligente, Traxler(2009) denota que el uso pedagógico de dispositivos

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

móviles se denomina aprendizaje móvil (m-learning, mobile learning por su acepción en inglés), y consiste en la adquisición de conocimiento por medio de alguna tecnología de cómputo móvil.

El m-learning introdujo los procesos educativos a una nueva dimensión, dado que se puede acceder en diferente lugar, contexto y momento.

El aprendizaje móvil ha permitido proponer y desarrollar iniciativas como la UNESCO-Pearson para la alfabetización, que no es más que una solución digital inclusiva que destaca los enfoques integrados que simultáneamente pueden apoyar el desarrollo de la alfabetización y las competencias digitales.











Según Barragán A & Barragán A (2014) el aprendizaje móvil hace énfasis en el aprendizaje centrado en el usuario, con las siguientes características: movilidad, ubicuidad, accesibilidad, conectividad, sensibilidad al contexto, individualidad y creatividad por otro lado para Herrera y Fennema (2011) el m-learning se puede llevar a cabo a través de tres modos y niveles diferentes: a) recuperación de información; b) recopilación y análisis de información y, c) comunicación, interacción y colaboración en redes, pero según (Vaillant, 2013), la simple llegada de las tecnologías no garantiza su incorporación en los procesos de enseñanza y la efectividad en los resultados alcanzados y (Castro et al, 2007) las TIC pueden presentar limitaciones como distracciones, dispersión, pérdida de tiempo, aprendizajes incompletos y superficiales.

## Aplicaciones móviles educativas más utilizadas

El sitio web App Annie permite identificar las aplicaciones más descargas y utilizadas por los usuarios de diferentes sistemas operativos, teniendo en cuenta esta clasificación se procedió a emplear la siguiente metodología:

- Identificar la lista de las cinco aplicaciones móviles más descargadas por países Americanos y de Europa para sistemas operativos Android (ver figura 1) y IOS;
- Determinar cuales estaban presentes en las listas ya establecidas, resultado que evidencio como aplicaciones más usadas:
  - ✓ Prodigy Math Game,
  - ✓ Duolingo,
  - ✓ Learn Languages Free,
  - ✓ ClassDojo,
  - ✓ Photomath
- Documentar, descargar y verificar características, ventajas y desventajas.

Figura 49. Estadística de descarga App Libres para SO Android

#	Free	
1	 Duolingo: Learn Languages Free Duolingo	=
2	 Bajar Música Y Videos A Mi Ce... Michel18	▲ 1
3	 Photomath Microblink	▼ 1
4	 Multi Calculator-Easier for calc... Handy App Club	▲ 2
5	 Bajar Musica Gratis mp3 a mi ... ProGuidenApp	=
6	 WordBit Inglés (pantalla bloq... WordBit	▼ 2
7	 U-Dictionary: Best English Lear... NetEase	▲ 1
8	 Bajar Música Gratis A Mi Celul... Delsy Apps Entretenimiento	▼ 1
9	 Spanish to English Speaking: ... DevelopItNowadays Solutions	=
10	 Hacer Videos Con Musica y Fo... relajo effects	=

Fuente : App Annie.

## RESULTADOS

Las aplicaciones móviles con mayor número de descargas tienen en común que permiten al usuario:

- La principal característica didáctica es la practicidad, no es necesaria la lectura completa de textos para completar la finalidad del curso
- Son intuitivas para ello se valen de imágenes, lo utilizan como herramienta didáctica que permite lograr el objetivo en menor tiempo... aprender.
- Ofrecen opciones de autocompletar para facilitar la comprensión y la idea central de lo que quieren expresar.
- La comunidad que las rodea responde preguntas que al usuario le parecen complicadas de resolver... presentan ayuda del público, propician el aprendizaje a través de la duda.
- Algunas App implementan métodos de auto – aprendizaje, dado a través del aprendizaje del usuario, la aplicación también aprende.
- Los progresos se visualizan por medio de gráficos, que facilitan su comprensión, el usuario puede ver su progreso o no y puede repetir lecciones hasta mejorar sin presión alguna. Algunas comparan el progreso con otros participantes.

El uso de este tipo de aplicaciones requiere disciplina y constancia para lograr un mayor progreso en la habilidad educativa que se quiere reforzar o practicar, esto implica, estar mayor número de horas usando la aplicación y por lo tanto el dispositivo, lo cual genera desgaste visual al usuario; algunas App requieren conexión a internet 100%.

## CONCLUSIONES

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

La practicidad y los métodos intuitivos implementados como herramienta didáctica en las aplicaciones móviles educativas permiten que los usuarios de este tipo de software las utilicen masivamente como opción de aprendizaje.

La comunidad que surge alrededor del uso de este tipo de aplicaciones permite elevar su capacidad de enseñanza, dado que aclaran dudas que el software no contempla

Los niveles descritos por Herrera y Fennema (2011), están presentes en las aplicaciones analizadas.

Las Aplicaciones móviles educativas cuidadosamente diseñadas pueden facilitar a las personas navegar y aprender en el espacio digital incrementando su saber y que hacer, la dificultad recae en la posibilidad de volverse adicto a este tipo de tecnología.

## REFERENCIAS

- Administración. ISSN papel2007-7971. ISSN ELECTRONICO 2448-6159.
- [5] Disponible:[http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol1num3/A4\\_Aplic\\_Mov.pdf](http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol1num3/A4_Aplic_Mov.pdf)
- [6] Herrera, S. I. y Fennema, M. C. (2011). Tecnologías Móviles Aplicadas a la Educación Superior. En XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Recuperado en agosto de 2014 de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18718>.
- [7] Sharples, M. (2002). Disruptive devices: mobile technology for conversational learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 12(5/6), 504-520.
- [8] Tobón, M.L. Arbeláez, M.C., Falcón, M.C. y Bedoya J.R. (2010). La formación docente al incorporar las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- [9] Traxler, J. (2009). Learning in a Mobile Age *International Journal of Mobile and Blended Learning*. Recuperado de [http://www.academia.edu/171500/Learning\\_in\\_a\\_Mobile\\_Age](http://www.academia.edu/171500/Learning_in_a_Mobile_Age)
- [10] Vaillant Denise. (2013). Integración de TIC en los sistemas de formación docente inicial y continua para la Educación Básica en América Latina. UNICEF.
- [11] Disponible [https://www.unicef.org/argentina/spanish/educacion\\_Integracion\\_TIC\\_sistemas\\_formacion\\_docente.pdf](https://www.unicef.org/argentina/spanish/educacion_Integracion_TIC_sistemas_formacion_docente.pdf)
- [1] Alfocea, J. (2018). Se dispara el uso de aplicaciones móviles. Retrieved from <https://www.androidsis.com/se-dispara-uso-aplicaciones-moviles/>
- [2] Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian, H.; Sandoval, Pineda, M. y Botero, M. (1997). *Psicología educativa, Un punto de vista cognoscitivo*. 2a. ed. México: Trillas.
- [3] Barragán A & Barragán A (2014). Aplicaciones Móviles para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Enfermería. *Salud y Administración Volumen 1 Número 3 Septiembre-Diciembre*. Pp 51-57
- [4] Cruz & Barragán. (2014) Cruz B Aidee , Barragán L Arisaí. Aplicaciones Móviles para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Enfermería. *Revista Salud y*

**Aplicación móvil para el aprendizaje de la lengua Náhuatl en la variante de la Montaña Baja del Estado de Guerrero**



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

René Muñoz García

Universidad Autónoma de Guerrero  
rmgarcia@uagro.mx

Arnulfo Catalán Villegas

Universidad Autónoma de Guerrero  
catalanvillegas@gmail.com

Antonio Alarcón Paredes

Universidad Autónoma de Guerrero  
aalarcon@uagro.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

## RESUMEN

Actualmente los avances tecnológicos en dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y tabletas) han permitido incluir aplicaciones para diferentes tipos de propósitos, entre ellas, las aplicaciones que ayudan a aprender algún idioma. En el presente documento se muestra el desarrollo de una aplicación móvil para facilitar el aprendizaje de una variante de la lengua Náhuatl que se habla en la Montaña Baja del Estado de Guerrero. La aplicación ofrece un curso interactivo que incluye ejercicios de vocabulario, gramática, escucha, y escritura. El fin de esta aplicación es ser una herramienta educativa que contribuya a la preservación y difusión de la lengua Náhuatl.

## ABSTRACT

Currently the technological advances on mobile devices (smart phones and tablets) may include applications for different purposes, among them, applications that help to learn a language. This paper describes the development of a mobile application to facilitate the learning of a variant of the Náhuatl language that is spoken in the Montaña Baja of the Guerrero State. The application offers an interactive course that includes vocabulary, grammar, listening and writing exercises. The purpose of this application is to be an educational tool that contributes to the preservation and dissemination of the Náhuatl language.

## Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 **Applied computing:** Education.

Computación Aplicada: Educación.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

## Términos Generales

Aplicaciones educativas, programación android,

## Palabras clave

Náhuatl, Aplicación, Android, Aprendizaje

## Keywords

Nahuatl, Application, Android, Learning.

## INTRODUCCIÓN

Las lenguas o idiomas son una forma de comunicarse o transmitir conocimientos, cada lengua es diferente según los sonidos, las palabras, la forma en que se organizan y se usan estas palabras, así como lo que tales palabras significan a las personas. [1]

México es considerado como uno de los 10 países con mayor diversidad lingüística, de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI) se hablan 68 lenguas con 364 variantes lingüísticas. Una de estas variantes lingüísticas se reconoce como “Náhuatl de Guerrero” y se habla en el Estado de Guerrero y algunas comunidades de Puebla. [2]

Sin embargo, en México existe el riesgo de la desaparición de muchas lenguas, incluso las que aparentan mejor salud. Los datos estadísticos censales de los últimos años dan a conocer que cada vez hay menos hablantes de lenguas originarias o indígenas. [3]

El siguiente artículo presenta el desarrollo de una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android, y el propósito es que sirva como una herramienta de apoyo en el aprendizaje de la lengua Náhuatl. Para el desarrollo se utilizaron herramientas de software libre: como plataforma de programación el Android Studio, para la gestión de la Base de Datos el SQLite, el GIMP para edición de imágenes y el Audacity para la edición de audio.

En el artículo se describen las etapas de la metodología de desarrollo que se eligió para realizar la aplicación. En la primera etapa se hizo el análisis de los requerimientos sobre como funcionaría la aplicación. En la etapa de diseño se elaboraron los diagramas de casos de uso, diagramas de clase y los diseños de las interfaces, de acuerdo al previo análisis. En la etapa de desarrollo se codificaron, en Android Studio, cada una de las interfaces de diseño y se fueron haciendo las diferentes pruebas de funcionamiento de la aplicación sobre tres tipos diferentes de teléfonos móviles.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## OBJETIVO

Desarrollar una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android, como herramienta de apoyo al aprendizaje de la lengua Náhuatl que se habla en la Montaña Baja del Estado de Guerrero, con el fin de preservar la identidad cultural indígena.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó una adecuación de la metodología ágil XP o Extreme Programming, basada esencialmente en la agilidad y simplicidad. Las Metodologías Ágiles a diferencia de las metodologías de software tradicionales permiten reducir el tiempo de desarrollo y se adaptan a los cambios frecuentes que hay en las plataformas de desarrollo y en el hardware [4].

Con la metodología XP se realizan ciclos de desarrollo cortos (llamados iteraciones) con entregables funcionales al finalizar el ciclo. En cada iteración se realiza un ciclo completo de análisis, diseño, desarrollo y pruebas. [5] La figura 1 esquematiza las etapas de la metodología que se utilizó para realizar el proyecto.



Figura 1. Fases de la metodología para la realización del proyecto

Fuente: Los autores.

### Análisis

En la etapa de análisis se definió todo lo que va a realizar la aplicación, a continuación, se enlistan algunos de los requerimientos:

### Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales describen todo lo que debe hacer la aplicación móvil, especificando la interacción que tendrá el usuario con la misma.

### Identificación

La aplicación debe identificar cuando el usuario está utilizando la aplicación por primera vez, si es así, aparecerá una pantalla de registro de la aplicación, de lo contrario aparecerá la pantalla Principal.

### Registro

- La aplicación debe permitir al usuario introducir sus datos en el formulario de registro.

- El sistema se encargará de validar los datos. Se mostrará un mensaje de error si alguno de los datos es incorrecto o no cumple con las condiciones especificadas del formulario de registro.
- En el caso que la validación sea correcta el sistema se encargará de guardar los datos del usuario en la base de datos. La aplicación mostrará un mensaje de bienvenida al usuario y lo redirigirá a la pantalla principal con su sesión ya iniciada.

### Pantalla Principal

En la pantalla principal se mostrarán las 3 unidades que conforman el curso de la aplicación

- Unidad 1 Empezar
- Unidad 2 Saludos y Presentarse
- Unidad 3 Trabajo y Escuela

Cada unidad deberá contar con un número de lecciones que incluyen una serie de ejercicios de:

- Vocabulario: Mostrará una serie de ejercicios de vocabulario
- Gramática: Mostrará una serie de ejercicios de gramática.
- Escribir: Mostrará una serie de ejercicios de escritura.
- Escuchar: Mostrará una serie de ejercicios de escucha.

Cada que el usuario complete algún ejercicio, el sistema guardará los avances en la base de datos.

Si el usuario no termina algún ejercicio se le mostrará un mensaje indicándole si desea salir sin terminar el ejercicio. Si selecciona la opción de salir, se perderán los avances del ejercicio.

### Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales describen como debe funcionar la aplicación móvil y, además, las restricciones y servicios que tendrá.

### Usuarios y factores humanos

- La aplicación podrá ser usada por cualquier persona que tenga 6 años de edad en adelante y tenga la habilidad para manejar un teléfono móvil o una tableta.
- Sólo se permitirá el registro de un usuario en la aplicación.

### Recursos

Los requisitos mínimos que debe tener el dispositivo móvil para el funcionamiento óptimo de la aplicación son los siguientes:

- 1GB en espacio de almacenamiento.
- 1GB en RAM
- 1.2GHz en velocidad del CPU

### Rendimiento

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Se esperan tiempos de respuesta no superiores a un segundo.
- Se espera un rendimiento óptimo en la carga de imágenes y el acceso a la base de datos.

## Portabilidad

- Disponible para los dispositivos con sistema operativo Android a partir de la versión 4.4 KitKat
- No se requiere de conexión a internet para el funcionamiento de la aplicación, sólo será necesario para su instalación.

## Interfaz y Usabilidad

- La aplicación debe contar con una interfaz sencilla, atractiva e intuitiva. De manera que sin mucho esfuerzo los usuarios puedan usar la aplicación.
- La interfaz debe ser de fácil navegación y toda la información que se muestre debe ser entendible.

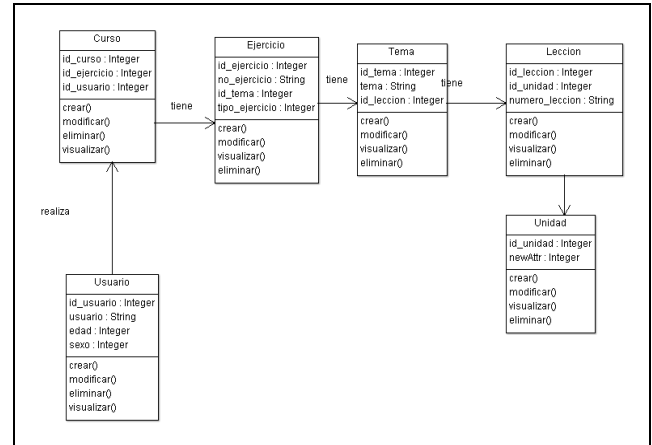


Figura 3. Diagrama de clases de la aplicación.

Fuente: Los autores.

## Diseño

Una vez que se realizó el análisis de requerimientos, se elaboró la etapa de diseño de la aplicación. En esta etapa se utilizó la herramienta ArgoUML para diseñar los diagramas de caso de uso y los diagramas de clases, y para hacer los diseños de las interfaces se usó una aplicación web online, que se llama NinjaMock.

## Diagrama de casos de uso.

Los diagramas de caso de uso detallan las relaciones y dependencias entre un grupo de casos de uso y el actor del sistema.

En la figura 2 se muestra el diagrama general de casos de uso de la aplicación.

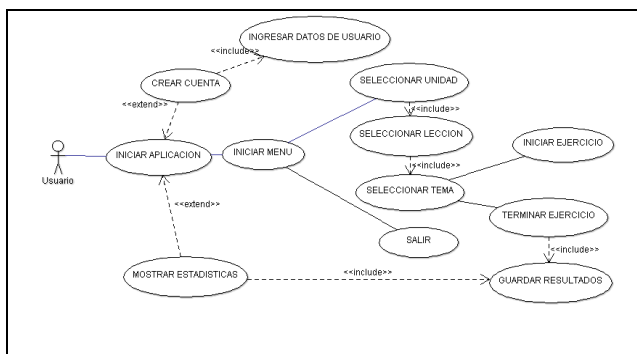


Figura 2. Diagrama general de casos de uso de la aplicación.

Fuente: Los autores.

## Diagrama de clases

El diagrama de clases de la aplicación incluye la estructura de las clases y las relaciones que existen entre ellas, ver Figura 2.

## Diseño de la interfaz

El diseño de la interfaz se realizó con el propósito de cumplir con los requerimientos de la aplicación, y de ser intuitivo y amigable para el usuario. La figura 4 muestra los diseños de las interfaces de las pantallas de bienvenida, registro, y principal. En la interfaz de registro se observan los datos que se solicitan al usuario y el botón registrar. Una vez que se registra el usuario se mostrará la interfaz de la pantalla principal, donde se pueden visualizar las unidades en la parte superior, y en el centro, los temas de vocabulario, gramática, escribir y escuchar.



Figura 3. Interfaces de bienvenida, registro y principal.

Fuente: Los autores.

Por último, en la Figura 6, se muestran las interfaces de los ejercicios de vocabulario, escucha y escritura.

En la interfaz del ejercicio de vocabulario se muestra una serie de imágenes que representan una palabra o una oración en Náhuatl. En cada imagen también se incluye el texto de cómo se escribe y un audio para saber cómo se pronuncia dicha palabra u oración. En el ejercicio de escucha se observa un icono del audio de una palabra o una oración en Náhuatl y 4 opciones con imágenes. Por último, en la interfaz de ejercicio de escritura se

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

visualiza un teclado, dos imágenes y un espacio donde se coloca un texto.



Figura 5. Interfaces de los ejercicios de vocabulario, escucha y escrita.

## Desarrollo

En la etapa de desarrollo se construyeron los prototipos de la aplicación, de acuerdo al análisis y diseño de las etapas anteriores.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el entorno de desarrollo Android Studio, una de las herramientas más utilizadas para el desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo Android.

Como motor de base de datos se eligió a SQLite, ya que ofrece una forma sencilla de almacenar y gestionar la información de la aplicación móvil. Para la administración de la base de datos, se utilizó la herramienta DB Browser for SQLite.

## Prototipos de la aplicación

Haciendo uso del Android Studio se procedió a la creación de las interfaces de la aplicación. En la figura 6 se muestra el resultado de los primeros prototipos que se realizaron de la aplicación. Los prototipos corresponden a las interfaces de bienvenida, registro del usuario y la pantalla principal.

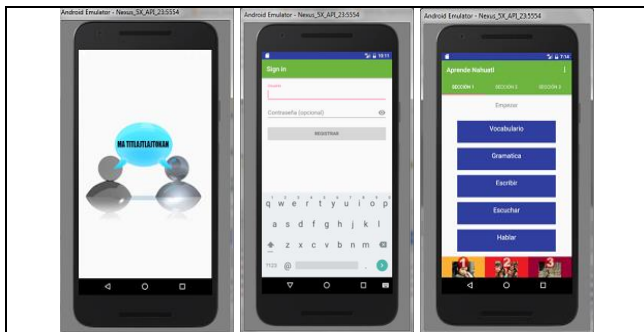


Figura 6. Primeros prototipos de las pantallas de bienvenida, registro y principal.

## RESULTADOS

Siguiendo la metodología de desarrollo XP, después de varias iteraciones, se realizaron las pruebas del funcionamiento en tres dispositivos móviles con Sistema Operativo Android y que cuentan con las siguientes características:

- Teléfono Motorola, modelo Moto G4 Plus (Android 7.1.2 Api 25), CPU Snapdragon 617 1.5GHz, 2GB en RAM, 16GB en memoria interna, pantalla de 5.5 pulgadas y resolución 1080 x 1920 pixeles.
- Teléfono Lanix, modelo Ilium X520 (Android 7.0, Api 24), CPU 1.3Ghz Quad-Core, 1GB en memoria RAM, pantalla de 5 pulgadas y resolución 480x854 pixeles.
- Teléfono Samsung Galaxy J1 Ace, modelo SM-J111M (Android 5.1.1, Api 22), CPU 1.5Ghz, 512 de memoria RAM, 8GB en memoria interna, pantalla de 4.3 pulgadas y resolución de 480 x 800 pixeles.

A continuación, se muestran las figuras con los resultados obtenidos al ejecutar la aplicación en los tres teléfonos móviles.

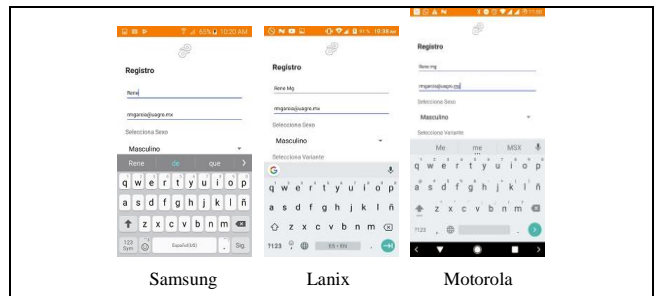


Figura 7. Resultado Registro de Usuario

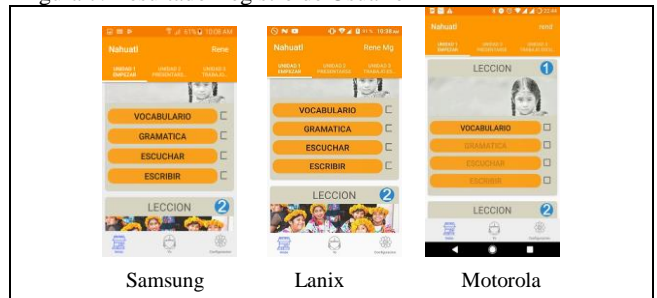
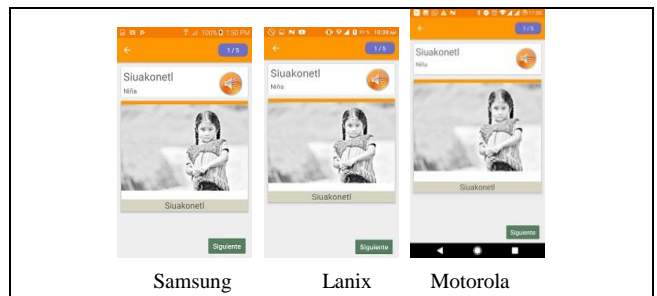


Figura 8. Resultado Pantalla Principal de la Aplicación.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Figura 9. Resultado Ejercicio de Vocabulario.



Figura 10. Resultado Ejercicio de Escritura.

Como se aprecia en las figuras anteriores, se logró un buen funcionamiento de la aplicación móvil. La aplicación móvil, se adaptó correctamente a la resolución de pantalla, a la versión de Android y a cada una de las características de hardware que tiene cada teléfono móvil.

## CONCLUSIONES

Se considera que se lleva un avance de un 85% de la aplicación, debido a que falta completar el contenido temático en algunos ejercicios. Una vez que la aplicación se termine al 100%, se le aplicarán dos tipos de evaluaciones. Una de tipo cualitativa haciendo pruebas de usabilidad y otra de tipo cuantitativa que consiste en aplicar un examen general de la lengua Náhuatl a dos grupos de personas, el primer grupo practicará con los ejercicios de la aplicación que se ha desarrollado en este proyecto, mientras que el otro grupo usará otra aplicación de enseñanza de la lengua Náhuatl.

Con el desarrollo de esta aplicación se espera facilitar el aprendizaje de la lengua Náhuatl que se habla en la Montaña Baja del Estado de Guerrero, pero puede servir para conocer otras variantes de las lenguas Náhuatl, ya que existen similitudes en la pronunciación, gramática y escritura.

La app está dirigida a todas las personas que estén interesadas en conocer más acerca la lengua Náhuatl, de igual forma, para los hablantes de la lengua que necesiten reforzar los conocimientos existentes de la lengua Náhuatl. Una vez terminada la aplicación se pretende que pueda ser utilizada como una herramienta educativa en las escuelas donde se enseña la lengua Náhuatl.

La realización de este proyecto, fue con la intención de crear un impacto en la sociedad y despertar el interés a las lenguas indígenas, así como también demostrar que se puede contribuir en la preservación de las lenguas indígenas utilizando las nuevas tecnologías.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México, así como a la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro).

## REFERENCIAS

- [1] 69 Lenguas Nacionales: Patrimonio Lingüístico de México. Obtenido de: [https://site.inali.gob.mx/Micrositios/DILM2018/69\\_lenguas\\_nacionales.html#tema1](https://site.inali.gob.mx/Micrositios/DILM2018/69_lenguas_nacionales.html#tema1)
- [2] Vivas, E., Hidalgo, M. E., Recillas M. A., Fernández, R. (2014). Escribo mi lengua. Náhuatl de Guerrero. México: INEA. P12
- [3] Embriz, A., Zamora, O. (2014). Lenguas indígenas nacionales en riesgo de desaparición. México: INALI.
- [4] Metodologías Ágiles e Innovación Tecnológica: el nuevo paradigma empresarial que llega para quedarse. Obtenido de: <https://blog.structuralia.com/metodologias-agiles-e-innovacion-tecnologica-el-nuevo-paradigma-empresarial-que-llega-para-quequedarse>
- [5] Reglas y Prácticas en eXtreme Programming. Obtenido de: <https://ie.fing.edu.uy/~josej/docs/XP%20-%20Jose%20Joskowicz.pdf>



# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **Caracterización y Evaluación de las prácticas para obtener soluciones computacionales en la Universidad de Nariño**

Nelson Antonio Jaramillo  
Enríquez  
Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto, Colombia  
+57 300 826 2163  
njaramillo@udenar.edu.co

Manuel Ernesto Bolaños  
Gonzalez.  
Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto, Colombia.  
+57 3216417175  
mbolanos @udenar.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### **RESUMEN**

La elaboración de un programa computacional realizado como solución a un problema planteado, está determinado por la forma en que se estructura en la mente los conceptos de un procedimiento que le permite poner en práctica, las estructuras mentales necesarias para identificar ante el problema planteado, los elementos de la solución, las relaciones entre estos y el orden lógico en que deben interactuar para llegar al programa solución.

En este contexto, la Universidad de Nariño en los programas de Ingeniería de Sistemas y Licenciatura en Informática, prepara a

los futuros profesionales para que planeen, analicen, diseñen e implementen soluciones computacionales, para lo cual, incorporan en su plan de estudios las asignaturas y prácticas necesarias para estructurar en la mente de los estudiantes los conceptos y competencias necesarias.

En este ámbito, el presente estudio realiza primero, una revisión e identificación de la forma como un grupo de estudiantes de los primeros semestres de estos programas, estructuraron las bases conceptuales que le permiten elaborar una solución y segundo, una evaluación que permite establecer un comparativo desde la teoría del procesamiento de información (ACT de Anderson), de

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

las metodologías encontradas, centradas en la adquisición de los conceptos básicos y la aplicación de los mismos en la solución de problemas computacionales.

El diseño metodológico de evaluación de esta investigación, fundamenta su acción en las "unidades de información" que deben estar presentes en los modelos mental, computacional, y algorítmico que se generan en la solución de un problema al aplicar la estrategia de aprendizaje de los fundamentos de programación, y con base en estas encontrar la metodología más recomendable. De esta forma el estudio muestra que las metodologías que fundamentan su práctica en materiales educativos computacionales tienen mejores resultados que las metodologías que incorporan en su práctica lenguajes de programación.

Palabras clave: procesamiento de Información; unidades de Información, programa computacional

## ABSTRACT

The elaboration of a computational program carried out as a solution to a given problem is determined by the way in which the concepts of a procedure that allows it to put into practice, the mental structures necessary to identify the problem posed, are structured in the mind, elements of the solution, the relationships between these and the logical order in which they must interact to arrive at the solution program.

In this context, the University of Nariño in the Systems Engineering and Computer Science programs, prepares future professionals to plan, analyze, design and implement computational solutions, for which, they incorporate into their curriculum the subjects and necessary practices to structure in the minds of the students the necessary concepts and competences.

In this area, the present study first performs a review and identification of how a group of students from the first semesters of these programs structured the conceptual bases that allow them to prepare a solution and second, an evaluation that allows establishing a comparative from the theory of information processing (ACT of Anderson), of the methodologies found, focused on the acquisition of the basic concepts and the application of these in the solution of computational problems.

The methodological design of evaluation of this research, bases its action on the "units of information" that must be present in the mental, computational, and algorithmic models that are generated in the solution of a problem when applying the

learning strategy of the fundamentals of programming, and based on these find the most recommended methodology. In this way, the study shows that the methodologies that base their practice on computational educational materials have better results than the methodologies that incorporate programming languages into their practice.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Metodología de evaluación, Enfoques algorítmico y heurístico.

Procesamiento de la Información. Teorías del aprendizaje Cognoscitivo. Estrategias de programación.

## Términos Generales

Metodologías de aprendizaje en programación de computadores, Actividades mentales, Memoria de trabajo, Memoria permanente, Metodologías de evaluación de estructuras mentales.

## Palabras clave

Metodologías de aprendizaje de programación, Procesamiento de Información, unidades de Información, Control Adaptativo del Pensamiento, programa computacional

Práctica de Desarrollo de Software, Desarrollo global de software, equipos distribuidos, tiempo, espacio, SEMAT, alfas, espacios de actividad, competencias, recursos de trabajo.

## Keywords

Software development practices, global software development, distributed team, time, space, SEMAT, alphas, activity spaces, competencias, resources.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad de Nariño dentro de los programas de Ingeniería de Sistemas, y Licenciatura en Informática busca formar profesionales capaces de proponer soluciones óptimas a problemas de sistemas y computación, los cuales en sus planes de estudio desde los primeros semestres introduce temáticas que pretenden llevar a los estudiantes a desarrollar competencias que les permita planear, analizar, diseñar y desarrollar soluciones óptimas a un problema planteado, en donde, las habilidades analíticas que se alcance en el proceso de formación, son muy importantes al momento de entrar a detallar el procedimiento aplicado en la solución de un problema.

Los fundamentos de programación en Ingeniería de Sistemas y Programación I en Licenciatura en Informática, se presentan como la primera experiencia que tiene el estudiante con la computación, y depende de la forma como se lo guíe en la apropiación de esta, la que determina las características de análisis alcanzados. Realizada una revisión de los programas acerca del cumplimiento de esta expectativa, se encuentra que cada programa asume el inicio de la formación con diferentes metodologías, fundamentada principalmente en la forma como se asume el componente práctico de la misma, aspecto que va a incidir en forma significativa en la solución de un problema planteado

Este estudio muestra que en el programa Ingeniería de Sistemas en la asignatura Fundamentos de Programación se asume el

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

componente práctico de la materia, con materiales educativos computacionales como el Dfd [ ], Psint [ ], y con lenguajes de programación C y en el programa Licenciatura en Informática en Programación I, el lenguaje de programación C#. Cada una de estas herramientas con sus características funcionales, determinan las estructuras mentales de la memoria permanente del estudiante, a ser activadas de acuerdo al problema que se les plantea, en la memoria de trabajo y obtener en esta la solución respectiva.

Con este conocimiento, los grupos de Investigación del programa de ingeniería de Sistemas en la línea de investigación “Procesos educativos Apoyados por las nuevas tecnologías de la Información y la Comunicación”, preocupados por el desarrollo de buenas prácticas de programación desde los inicios de la formación y basados en las teorías de aprendizaje, buscan determinar las características mentales que el estudiante desarrolla en las metodologías encontradas que lo llevan a realizar ejercicios mentales de análisis y de síntesis en la solución de un problema por computador.

De la revisión de las características del desarrollo de las metodologías encontradas se determina que el estudiante asume las actividades mentales de análisis de la solución de un problema, desde los enfoques heurístico o algorítmico, o la combinación de los dos. En donde se observa que con la heurística el estudiante privilegia la experimentación y se mueven en el ensayo y el error para obtener la identificación de los elementos, las relaciones y el orden lógico en la obtención de un resultado, mientras que con la algorítmica, se ajustan a un procedimiento, especificado por una serie de pasos lógicos que le aseguran en forma determinística la identificación de los elementos, las relaciones y por último la especificación de unos pasos lógicos para llegar a la solución.

En la práctica dentro de la universidad se presenta una combinación de lo heurístico y lo algorítmico, en donde lo heurístico está más presente en las metodologías que asumen la práctica con un lenguaje de programación y lo algorítmico se presenta más en quienes asumen la práctica con materiales educativos computacionales.

Ante esta situación surge dos dudas, primero, ¿Qué metodología de las identificadas es la más recomendable? Y segundo ¿Cómo se puede determinar cual es la mejor?

Entender el comportamiento de las metodologías encontradas y dar una explicación de lo que sucede y determinar cual es la más aconsejable, es muy complicado, pero conocemos por el procesamiento de la información, que toda solución se presenta en la memoria de trabajo, haciendo uso de la memoria permanente, en donde se plantea que una solución debe ser explicada desde los conceptos que en ellas se establezcan y por eso para este trabajo, apoyados en los postulados de la teoría del procesamiento información, y en las estrategias planteadas para el aprendizaje de los fundamentos de programación, se desarrolla una metodología fundamentado en el principio de la percepción humana y la memoria de trabajo, en donde se plantea que ésta solo puede mantener a la vez siete “unidades de información”, lo que contiene cada “unidad” depende de la forma en que cada persona captó u organizó la información y en

como estas unidades están presentes en la solución de un problema, considerando para esta, tres modelos de solución: un modelo mental, un modelo computacional y un modelo algorítmico y para la inclusión de un lenguaje de programación un modelo programa que son el resultado de las diferentes estrategias de aprendizaje.

Para cada modelo resultante de la solución se trabajan las acciones más comunes de la programación (ej. asignación, entrada, salida y decisión) y se le asigna a cada una de ellas, un número de unidades de información, teniendo con esto un elemento importante al momento de establecer las características de cada metodología, y un indicativo para obtener la mejor en la fundamentación computacional.

Con este diseño metodológico se selecciona un grupo de estudiantes de cada metodología encontrada con el propósito de evaluar sus resultados y se obtiene que la metodología más recomendable, es la que utiliza materiales educativos computacionales Dfd o Pseint en su práctica antes que los del lenguaje de programación.

Este estudio va a hacer una presentación de las metodologías encontradas, el diseño del modelo de evaluación propuesto, la aplicación a un grupo de estudiantes, los resultados y las conclusiones a la luz del procesamiento de información. Resultados que van a guiar de mejor forma en el diseño curricular de programas académicos que fundamentan su accionar en la programación.

## OBJETIVOS

Los objetivos propuestos a lo largo de la investigación son:

### Objetivo General

Caracterizar y evaluar las metodologías de enseñanza de los fundamentos de programación en la Universidad de Nariño con el propósito de determinar bajo los preceptos de la teoría del procesamiento de información la más recomendable.

### Objetivos Específicos

- Establecer las estrategias de aprendizaje que soportan las metodologías identificadas
- Determinar las metodologías que se desarrollan para la enseñanza de los fundamentos de programación en la Universidad de Nariño.
- Determinar los principios de la teoría del procesamiento de información y la forma como van a caracterizar cada una de las metodologías.
- Desarrollar y aplicar el diseño metodológico de evaluación a un grupo de estudiantes que representen las metodologías identificadas y plantear con los resultados sus conclusiones y recomendaciones.

## METODOLOGÍA, PROCESOS DE DESARROLLO Y RESULTADOS

La metodología que va a permitir alcanzar el objetivo planteado identifica las estrategias de aprendizaje, donde se establecen los pasos a seguir en la solución de un problema, y con esto

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

determinar en la Universidad de Nariño, las prácticas normales desarrolladas en el proceso de aprendizaje de los fundamentos de programación, y determinar así, los enfoques metodológicos. Una vez identificado estos enfoques se desarrolla y aplica la metodología de evaluación a los estudiantes seleccionados con el propósito de establecer a la luz del procesamiento de información la metodología más recomendable.

### *Estrategias de aprendizaje de la programación*

#### *Solución de problemas computacionales*

Dentro del proceso de formación de los futuros profesionales en el campo de la programación se incorpora para este estudio a los autores Luis Joyanes y Osvaldo Cairó quienes plantean: Según (Joyanes, 1999) “La principal razón para que las personas aprendan lenguajes y técnicas de programación es utilizar la computadora como una herramienta para resolver problemas. La resolución de problemas exige al menos los siguientes pasos: Definición, Análisis del problema, Diseño del algoritmo, Transformación del algoritmo en un programa, Ejecución y validación del programa” [1]

Por otro lado (Cairó, 1995) plantea lo siguiente, “No existen reglas claras que nos permitan resolver un problema. Sin embargo, creemos que podemos ofrecer un conjunto de técnicas y herramientas metodológicas que permitan flexibilizar y estructurar el razonamiento en la solución de un problema. Eso provocará finalmente la construcción de algoritmos eficientes. Las etapas que debe seguir la construcción de un algoritmo son:” [2] Problema, Análisis profundo del problema, Construcción del algoritmo, Verificación del algoritmo.

Los pasos presentados llevan a establecer dentro del desarrollo de una solución a un problema, una serie de modelos que se van transformando en el avance de esta, de ahí se plantea para el estudio y como estrategia de aprendizaje los modelos mental, computacional, algorítmico y el programa como solución de un problema.

### *Prácticas normales para obtener una solución computacional en la Universidad de Nariño.*

Después de realizar la respectiva observación de los programas que tienen en su plan de estudios formación en programación, se encuentra, que los fundamentos de la lógica de programación se diferencian en la forma como se asume el componente práctico, el componente teórico sigue una misma estrategia de aprendizaje, tal como se planteó en el punto anterior. De esta revisión se identifica las siguientes metodologías:

- Metodología con Material Educativo Computacional – Dfd Pseint. Realizada por lo los estudiantes de Ingeniería de Sistemas en la asignatura Fundamentos de Programación del primer semestre.
- Metodología con Lenguaje de Programación C#. Realizada por los estudiantes de Licenciatura en informática en la

asignatura Programación I en el segundo y algunos estudiantes de Ingeniería de Sistemas.

Las dos metodologías dentro de su desarrollo asumen un procedimiento algorítmico como el planteado por (Joyanes, 1999) o (Cairó, 1995) fundamentado en una serie de pasos que el estudiante debe abordar para llegar a la solución del problema, con la diferencia que con el Dfd o Pseint, tan solo se llega a la construcción del algoritmo y ejecución del mismo, mientras que con lenguaje de programación se asume además de la lógica de programación el lenguaje de programación C#.

### Enfoques de las metodologías

De acuerdo al comportamiento de la actividad mental en la solución de un problema permite identificar claramente dos grupos, determinados específicamente por.

La observación del desarrollo de los cursos permite determinar que, La forma en que se desarrolla el componente práctico de los cursos determinan dos enfoques mentales y por tanto dos metodologías. Estas son:

- Metodología con enfoque algorítmico-heurístico
- Metodología con enfoque algorítmico

### Metodología con enfoque algorítmico y heurístico.

En esta metodología predomina el enfoque algorítmico [5] en donde el estudiante trata de seguir una serie de pasos que le permiten llegar en a una solución. Pero combina también elementos heurísticos para abordar algunas etapas del diseño.

De acuerdo a lo observado, el programa de Licenciatura en informática desarrolla este enfoque metodológico y presenta las siguientes características:

- El estudiante tiene una metodología claramente definida producto de un aprendizaje guiado por un experto en la solución de problemas computacionales. Los pasos a seguir corresponden a: Definición del problema, Análisis del problema, Construcción del algoritmo, Transformación del algoritmo en un programa, Ejecución y validación del programa.
- Con esta metodología se llega a establecer un modelo mental de una solución, el modelo mental con características computacionales, un algoritmo solución y finalmente un programa en lenguaje C#.
- El diseño de las entradas y salidas se realizan con un proceso de descubrimiento en donde se explora [5](ensayo y error) para obtener el resultado esperado, generalmente fuera de la lógica de construcción.
- El resultado total obtenido es un programa en Lenguaje C# y se le da mas énfasis a este resultado que al algoritmo.

### Metodología con enfoque algorítmico.

En esta metodología el estudiante sigue una serie de pasos claramente determinados que le permiten llegar a una solución. De acuerdo a lo observado el programa de Ingeniería de Sistemas hace uso de esta metodología.

Características:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- El estudiante tiene una metodología claramente definida para abordar la solución de los problemas, la cual consta de los siguientes pasos. Definición del problema, Análisis del problema, Construcción del algoritmo, Diseño del algoritmo, Codificación, Digitación, Ejecución y validación del programa
- Los pasos anteriores establecen que generalmente el individuo realiza en forma metódica todos los pasos que plantea el procedimiento hasta la construcción del algoritmo.
- Los materiales educativos computacionales Dfd o Pseint, le permite acceder al computador y mirar un resultado computacional sin necesidad de recurrir a un lenguaje de programación para hacerlo.

## *Diseño metodológico de estudio, evaluación aplicación y resultados*

### Selección de estudiantes

Con los enfoques metodológicos identificados, se seleccionen diez estudiantes por cada uno y con ellos se realiza lo siguiente:

### Evaluación de los conceptos básicos.

Esta relacionado con la apropiación de los conceptos básico, para lo cual se plantean siete (7) ejercicios a ser desarrollados por los estudiantes de los dos grupos, indicando que se los debe realizar con la metodología apropiadas por ellos en el proceso de aprendizaje.

### Evaluación de la aplicación de los conceptos.

Está relacionado con la apropiación de un procedimiento de solución de problemas, para esto se plantean la solución de tres (3) ejercicios de aplicación.

Con estos ejercicios se identifican los modelos mental, computacional y algorítmico utilizados para la solución del problema y por cada modelo, se determinan las unidades de información utilizadas, para obtener una serie de valores que van a ser sometidos a interpretación y llegar así a unos valores consolidados que van a permitir establecer comparativos y conclusiones.

### *Evaluación del aprendizaje.*

### El procesamiento de Información.

Los principios básicos de la teoría de procesamiento de la información y dentro de esta, la teoría de Control Adaptativo del Pensamiento (ACT) de Anderson [4], se convierten en el referente de éste estudio. Con base ésta se establece que cada una de las metodologías encontradas permite estructurar los nuevos aprendizajes de acuerdo con la estrategia establecida, con el propósito de incorporarlos a la estructura de memoria del estudiante para que éste sea capaz de recuperarlos y usarlos cuando los necesite. Las características prácticas del lenguaje de programación y los materiales educativos computacionales (MEC) permiten alcanzar los diferentes tipos de memoria y conformar en la memoria permanente, redes de nodos declarativas y de producciones, compuestas por diversas unidades cognitivas jerárquicamente ordenadas.

Las variaciones que se presentan en las redes de nodos declarativas son porque incorporan en éstas, además de las características propias de las instrucciones, las características de las herramientas de práctica. Estas variaciones determinan comportamientos diferentes al momento de enfrentar la solución de un problema específico.

Las redes de nodos declarativas y las producciones resultado del proceso de aprendizaje, permiten por un lado, establecer la relación directa entre el modelo mental solución y un modelo computacional de cada instrucción y por otro, seguir un procedimiento de solución de un problema, que permita estructurar en forma lógica todos los elementos participantes de ésta.

## *Principio de la teoría de procesamiento de la información y las unidades de información*

Para definir las características básicas de los conceptos presentes en la solución de cada ejercicio, se va a hacer uso de un principio de la teoría del procesamiento de la información relacionado con la percepción humana y la memoria de corto plazo, el cual plantea que ésta solo puede mantener a la vez siete “unidades de información”[3]. Lo que contiene cada “unidad” depende de la forma como la persona captó u organizó la información.

Las “unidades de información” se las define como el espacio de memoria de trabajo que se debe destinar para poder entender un concepto.

La determinación de las características básicas de los conceptos está relacionada con el modelo metodológico encontrado, y con las estrategias de aprendizaje que en su desarrollo va a interactuar con elementos mentales, computacionales, algorítmicos y los de lenguaje de programación.

Los conceptos a los que se le van a determinar sus elementos están definidos en la tabla 1, los cuales combinados van a ser parte de la gran mayoría de los programas solución.

La tabla 1 determina las unidades de información por concepto, y es la que se va a utilizar para la determinación de las unidades de información de los diferentes ejercicios realizados por los estudiantes.

Tabla 1. Unidades de información de conceptos básicos.

Concepto	Unidades de información			
	Elementos Mentales	Elementos computac	Elementos Algoritmo	Elementos de lenguaje
Variable	1	1	1	1
Definición	2	2+	2+	2+
Asignación	2+	2+	2+	2+
Entrada	1+	1+	1+	5+
Salida	1+	1+	1+	5+
Condición	4 +	3+	3+	3+
Decisión	5+	5+	5+	5+
Contador	3	4+	4+	4+
Acumulador	4+	4+	4+	4+
C. mientras	6+	6+	6+	6+
Ciclo para	6+	5+	5+	6+
Arreglo	4	2+	2+	2+



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Otros				1 por cada variable
-------	--	--	--	---------------------

Con esta clasificación se tienen elementos para determinar que pasa en la solución de cada uno de los ejercicios planteados y los modelos mental, computacional, algorítmico y de programas, que se generan con la solución si se sigue la estrategia de aprendizaje establecida.

Para la interpretación de los resultados se determina que el grupo corresponde a la metodología que incorpora la práctica con un lenguaje de programación y el grupo 2 quienes utilizan los MEC en el componente práctico.

De la aplicación de la metodología se sacan las siguientes tablas de resultados y su respectivo análisis. (Véase tablas 2 y 3)

Tabla 2. Tabla de evaluación conceptos básicos. Grupo 1

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	76	61	R
2	76	61	R
3	100	81	B
4	122	98	MB
5	29	23	M
6	100	81	B
7	39	31	M
8	98	79	B
9	98	62	R
10	43	35	M

Tabla 3. Tabla de evaluación conceptos básicos. Grupo 2

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	113	89	B
2	110	89	B
3	70	56	R
4	124	100	MB
5	70	56	R
6	39	31	M
7	124	100	MB
8	110	89	B
9	122	98	MB
10	28	19	M

Las tablas 2 y 3 (véase tablas 2 y 3) muestran la evaluación de conceptos básicos, del Grupo 1 y Grupo 2 respectivamente. Presentan un consolidado de la evaluación.

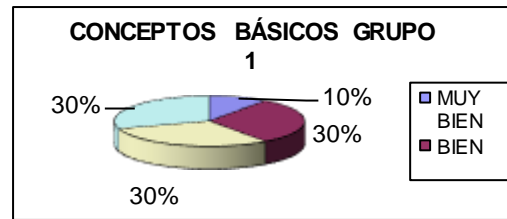
## Análisis de resultados y comparativos de conceptos básicos.

De las tablas anteriores se obtiene la tabla 4 que contiene un resumen de estos resultados, la cual permite establecer un comparativo entre los dos grupos.

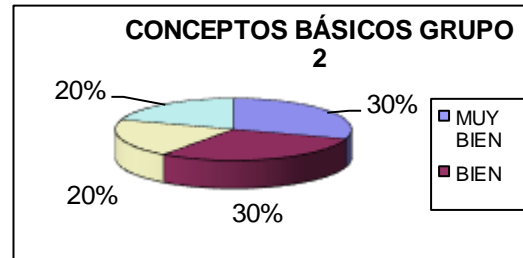
Tabla 4. Resumen resultado conceptos básicos

GRUPO	MB	B	R	M
Grupo 1	1	3	3	3
Grupo 2	3	3	2	2

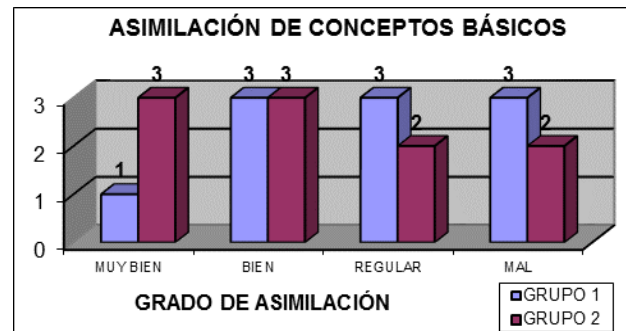
De la tabla 4 se obtienen las gráficas 1 y 2 donde se establece por cada grupo el porcentaje de participación en el rango de evaluación establecido. También de esta tabla se realiza la gráfica 3 en la cual se puede observar el rendimiento de los dos grupos.



Gráfica 1. Porcentaje de participación grupo 1.



Gráfica 2. Porcentaje de participación grupo 2.



Gráfica 3. Comparación de asimilación conceptos básicos grupo 1 y grupo 2

La tabla resumen 4 (véase tabla 4) y las gráficas anteriores permiten establecer lo siguiente:

- El rendimiento presentado en los conceptos básicos por los estudiantes del grupo 2, es mejor que el mostrado por el grupo 1.
- Los estudiantes ubicados en las evaluaciones de MB y B son los que demuestran la asimilación y aplicación correcta

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

de los conceptos básicos de acuerdo a la metodología propuesta.

- Los estudiantes con resultados de R y M no alcanzan a dominar los conceptos básicos de acuerdo a la metodología propuesta.
- De los estudiantes de grupo 2 que asimilaron correctamente la mitad de ellos lo hacen en forma excelente (3) y la otra en forma sobresaliente (3).
- De los estudiantes del grupo 1 que asimilaron correctamente los conceptos básicos, tan solo uno (1) de ellos lo realizó en forma excelente y los otros los otros 3 en forma sobresaliente.

Tabla 5. Tabla de evaluación de aplicación de conceptos. Grupo 1

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	86	49	R
2	86	49	R
3	151	87	B
4	167	96	MB
5	23	13	MM
6	128	74	B
7	43	25	M
8	151	87	B
9	98	56	R
10	43	25	M

Las tablas 5 y 6 (véase tablas 5 y 6) muestran la evaluación de conceptos aplicados y procedimiento de solución de los grupos 1 y grupo 2 respectivamente.

Tabla 6. Tabla de evaluación de aplicación de conceptos. Grupo 2

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	151	87	B
2	156	90	B
3	98	56	R
4	156	90	B
5	51	29	R
6	43	25	M
7	167	96	MB
8	151	87	B
9	174	100	MB
10	28	16	MM

## Análisis de resultados y comparativos de conceptos aplicados.

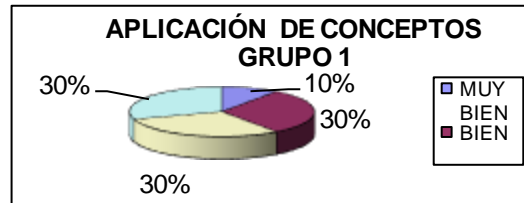
De las tablas anteriores se obtiene la tabla 8.59 que contiene un resumen de estos resultados, la cual permite establecer un comparativo entre los dos grupos.

Tabla 6 Resumen de resultados de ejercicios de aplicación.

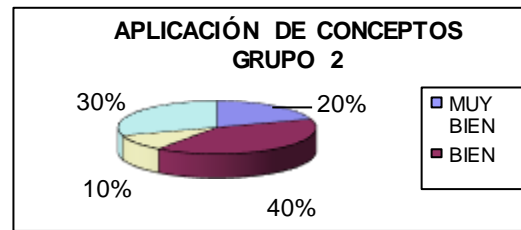
Grupo	MB	B	R	M
Grupo 1	1	3	3	3
Grupo 2	2	4	1	3

Grupo	1	3	3	3
Grupo 1	1	3	3	3
Grupo 2	2	4	1	3

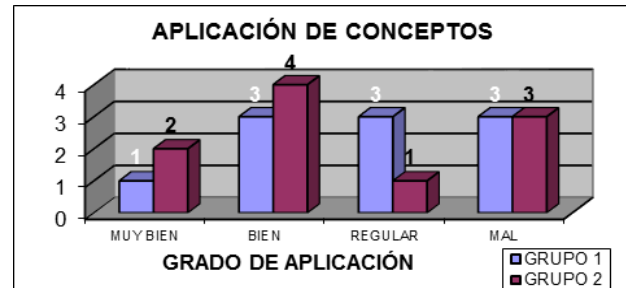
De esta tabla se obtienen las gráficas 4 y 5 donde se establece por cada grupo el porcentaje de participación en el rango de evaluación establecido. También de esta tabla se realiza la gráfica 6 en la cual se puede observar el rendimiento de los dos grupos.



Gráfica 4. Ponderados aplicación de conceptos grupo 1



Gráfica 5. Ponderados aplicación de conceptos grupo 2



Gráfica 6. Comparación asimilación de conceptos grup 1 y grup 2

La tabla resumen y las gráficas anteriores permiten establecer lo siguiente:

- El rendimiento presentado en la aplicación de conceptos por los estudiantes del grupo 2, es mejor que el mostrado por el grupo 1.
- Los estudiantes ubicados en las evaluaciones de MB y B son los que muestran la aplicación correcta de los conceptos en la solución de problemas de acuerdo con la metodología propuesta.
- Los estudiantes con resultados de R y M no aplican los conceptos de acuerdo con la metodología propuesta.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- De los estudiantes de grupo 2 que asimilaron correctamente los conceptos, dos de ellos lo hacen en forma excelente y tres (3) otra en forma sobresaliente.
- De los estudiantes del grupo 1 que aplican correctamente los conceptos en la solución de problemas, uno de ellos lo realizó en forma excelente y 3 en forma sobresaliente.

## CONCLUSIONES

El ambiente en el cual se mueve el estudiante determina en gran medida las estructuras que se van a relacionar en la memoria permanente.

El tener menos elementos dentro del ambiente de aprendizaje como en el caso de la utilización de MEC permite que se dedique más tiempo a las actividades mentales de análisis de un problema determinado antes de adentrarse al computador para probar su solución.

El estudio muestra que utilizar un MEC específico como el Dfd, o Pseint para el componente práctico de un curso, permite al docente enfocarse única y exclusivamente en la construcción del algoritmo.

La enseñanza de los inicios de la programación con un lenguaje de programación formal como el C#, necesariamente exige una dedicación del tiempo para su enseñanza y asumir una serie de pasos adicionales, lo que va en contra del proceso de análisis y síntesis del problema que se desarrolla.

Se debe favorecer un ambiente donde la práctica se realice con herramientas genéricas como el Dfd o Pseint, que sea flexible a cambios tecnológicos y que aproveche en forma óptima todo el conocimiento.

Desde el punto de vista de una construcción eficiente y eficaz de una solución a un problema específico se recomienda la utilización de MEC específicos en los inicios de la programación.

La investigación permitió desarrollar una metodología de evaluación de actividades mentales fundamentada en los principios de la Teoría del Procesamiento de información que puede ser aplicada para otros estudios.

## AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento al programa de Ingeniería de Sistemas y al programa de Licenciatura en Informática por facilitar llevar a cabo la investigación. De igual forma agradecemos el apoyo del Departamento de Sistemas y del grupo de Investigación GRIAS durante este proceso.

## REFERENCIAS

- [1] Cairó Osvaldo (1995) Metodología de la Programación. Compute. México DF. pp 5.
- [2] L. Joyanes (1999), Fundamentos de Programación. McGraw Hill/Interamericana de España S.A. España. pp 40 •
- [3] Panqueva Galvis. Ingeniería de Software Educativos. Pag. 169
- [4] J. Pozo (1995). Teorías Cognitivas del Aprendizaje, Universidad Autónoma de Madrid 1995. POZO JUAN, Ignacio. Pág. 119 • Salma
- [5] Marisol Santos Silva . Diferencia entre método algorítmico y heurístico. Consultado el 20 de Junio del 2016 en <http://www.academia.edu/15831318/>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Desarrollo híbrido para un traductor de la lengua de señas mexicana a voz y/o texto

Lucio Nieto Bautista  
Estudiante de ingeniería en  
Computación  
Col. Alta Icacos s/n  
Acapulco, Gro. México  
+52 (744) 235 3997  
lucniba@gmail.com

René Edmundo Cuevas  
Valencia  
Profesor Investigador  
CU SUR Col. Haciendita C.P.  
39087, Chilpancingo de los Bravo,  
Guerrero, México.  
+52 (744) 254 1529  
reneecuevas@uagro.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

En el presente trabajo se analiza la comunicación basada en la Lengua de Señas Mexicana, se pretende reducir la brecha de comunicación entre dos usuarios con medios diferentes para entablar un dialogo, el medio que se propone es el uso de combinación de las tecnologías de la Comunicación e Información (TIC) a través del desarrollo de una aplicación móvil que funja como traductor en ambos sentidos (Lengua de Señas Mexicana y la comunicación verbal); para lograr el objetivo se implementa el desarrollo multiplataforma con la ayuda del framework Ionic, el cual nos brinda el beneficio de obtener una aplicación híbrida capaz de estar al alcance de todos los usuarios que la requieran, para ello se analizará la posibilidad de integrar el servicio de trabajo con una red

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

neuronal convolucional para procesar imágenes, las cuales, serán factor importante para la aplicación móvil, puesto que el modelo de red propuesto ha demostrado dar excelentes resultados al momento de clasificar imágenes, se busca que la red neuronal se ubique en un servidor para que dicha aplicación solicite el servicio para traducir en tiempo real las señas, a su vez, para validar la aplicación móvil se realizarán pruebas en el Centro de Atenciones Múltiples (CAM) número 22 de Acapulco de Juárez, Guerrero, México; cuyo universo de entrenamiento será con los niños adscritos a la Institución.

## ABSTRACT

In the present work the communication based on the Mexican Sign Language is analyzed, it is intended to reduce the communication gap between two users with different means to engage in a dialogue, the proposed medium is the use of combination of Communication technologies and Information (ICT) through the development of a mobile application that serves as a translator in both senses (Mexican Sign Language and verbal communication); to achieve the objective, the multiplatform development is implemented with the help of the Ionic framework, which gives us the benefit of obtaining a hybrid application capable of being available to all the users that require it, for this the possibility of integrating the service will be analyzed. of work with a convolutional neuronal network to process images, which will be an important factor for the mobile application, since the proposed network model has shown excellent results when classifying images, it is intended that the neural network be located in a server for this application to request the service to translate in real time the signs, in turn, to validate the mobile application tests will be performed at the Multiple Care Center (CAM) number 22 of Acapulco de Juárez, Guerrero, Mexico; whose universe of training will be with the children assigned to the Institution.

## Términos Generales

Lengua de Señas Mexicana (LSM): existen otras variaciones como la Lengua de Señas Colombiana (LSC) o la American Sign Language (ASL). Redes Neuronales Convolucionales: dentro de este modelo, se pueden utilizar diferentes funciones matemáticas (funciones de activación), todo depende del enfoque que se le quiera dar.

## Palabras clave

Dactilología, red neuronal, desarrollo multiplataforma.

## Keywords

Dactylogy, neural network, cross-platform development.

## INTRODUCCIÓN

La comunicación ha formado parte de la humanidad desde los principios de su evolución, durante la creación de sociedades o grupos, esto se reforzó y se volvió indispensable. Hoy en día existen un gran número de idiomas y dialectos. Para las personas

con problemas auditivos y del habla surgieron las lenguas de señas que varían dependiendo de la región, debido a la necesidad de comunicarse, se imparten estas lenguas de señas tanto a personas sordo-mudas como a los que no necesariamente dependen de ella pero que de alguna manera lo utilizan con frecuencia, ya sean familiares o personas cercanas. Tomando en cuenta que las apps son prácticas y la gran mayoría, cuenta con un dispositivo móvil, en esta investigación se propone el desarrollo de una aplicación móvil que ayude a sobrepasar las barreras de la comunicación con las que se tienen que enfrentar las personas con problemas auditivos y del habla. En la presente investigación se utilizará *SCRUM*, según la página oficial, no se trata de una metodología, sino de un marco de trabajo que implementa un método científico de empirismo. [1] Siendo un manifiesto ágil, se puede sacar provecho de los 4 principios en los que se basa, estos son: [2]

1. Valorar a los individuos y sus interacciones por encima de los procesos y herramientas
2. Valorar al software funcional por encima de la documentación comprensiva
3. Valorar la colaboración con el cliente por encima de la negociación en contratos
4. Valorar la respuesta al cambio por encima del seguimiento de un plan

Con estos 4 principios se busca obtener un producto con la más alta calidad posible, cabe mencionar que Scrum es muy flexible pero estos principios no son negociables.

En combinación con Scrum se utilizará el modelo de desarrollo de prototipos, el cual se adapta muy bien a Scrum. Cada *sprint* contendrá un módulo del desarrollo, tratando de seguir los pasos que dicho modelo propone.

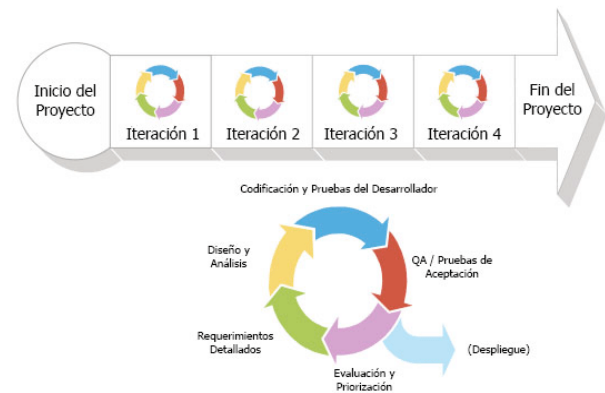


Figura 50, fases del modelo de prototipos,

[Fuente: imagen extraída de [3]]

Los objetivos generales fueron divididos en micro tareas alcanzables en un lapso de tiempo no mayor a un mes, cada módulo (*sprint*) se ha estado planificando con base en las historias de usuarios recabadas, se les da prioridad a las tareas que se consideran con mayor importancia, una vez completado el análisis, se procede a la etapa de desarrollo y pruebas, se presentan los avances al scrum owner (el o los candidatos para



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

el proyecto en este caso), se toman en cuenta todos los comentarios y si el módulo es aceptado, se procede con la próxima iteración (siguiente *sprint*), de lo contrario se vuelven a repetir los pasos necesarios para hacer los cambios solicitados. En un inicio se pretendía entrenar una red neuronal desde cero, esto requiere de bastantes recursos computacionales, por lo cual se optó por usar un modelo pre-entrenado y puesto a disposición para su uso por *Google (Inception v3)*, además de aprovechar herramientas que *Nvidia* nos provee y acelera el entrenamiento hasta 3 veces. En cuanto al lenguaje de programación, este, será Javascript con el framework *Ionic*, una de las ventajas más grandes que ofrece este framework es el enfoque híbrido, el código se realiza una sola vez y con pequeñas modificaciones, librerías o herramientas, es posible desplegar la aplicación en diferentes plataformas, por ejemplo, con *electron* se puede empaquetar la aplicación para escritorio en Windows y Mac OS, con *Angular* se puede poner en producción en una plataforma web, con *Ionic*, se le puede empaquetar para *Android* y *iOS*, en el caso de *iOS* y *Mac OS*, se debe tener en cuenta que es necesario compilar la aplicación en un equipo *Mac OS*; sólo para estos dos últimos mencionados, otros aspectos a considerar pudieran ser las funciones nativas de un móvil (cámara, Global Positioning System, Gyroscope, etc), si bien *Ionic*, ofrece librerías para su manejo e implementación, se sacrifica un poco de rendimiento, es por ello que para las aplicaciones que requieran muchas funcionalidades nativas se recomienda el desarrollo nativo, este proyecto solo utilizará la cámara.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las personas con capacidades diferentes se enfrentan a muchas limitantes, las personas con problemas auditivos y del habla se encuentran frente a barreras de la comunicación debido a que en nuestra sociedad predomina la comunicación verbal, no todos a su alrededor necesariamente conocen o manejan la Lengua de Señas, es común que sus familiares aprendan esta lengua por el constante contacto con ella, pero no siempre existe una capacitación previa. Estas personas yacen limitados en el ámbito educativo, laboral y social, según El Universal, alrededor de 700,000 personas se encuentran en un panorama educativo desolador, puesto que en todo el país solo existen 40 intérpretes certificados en la Lengua de Señas Mexicana avalados por la CONADIS (CONSEJO NACIONAL PARA EL DESARROLLO Y LA INCLUSIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD) y SEP (Secretaría de Educación Pública), aunado a esto, la Secretaría de Educación Pública, no requiere que los maestros sean capacitados en dicha lengua para que exista una comunicación clara con este tipo de personas. [4] En México se maneja un estándar, en Norte América se maneja otro estándar, debido a la complejidad de la lengua, existen muy pocas personas con los conocimientos para entablar una comunicación por medio de señas, aprenderlo requiere horas de práctica y los dispositivos o tratamientos para esta minoría de personas suelen ser muy costosos. Todo esto deja a muchas personas de capacidades diferentes al margen de la educación y

con limitaciones para integrarse a la sociedad. De acuerdo a una investigación realizada en él 2016, las lenguas de señas son naturales al igual que las orales, por ende, el sordo ya no puede ser catalogado como una persona discapacitada, al contrario, debería ser considerado dentro de una minoría en la comunidad lingüística. [5]

### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación móvil que permita comunicar a través del procesamiento de lenguaje natural a personas sin discapacidades auditivas y del habla con personas que presentan discapacidad oral-auditiva.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las técnicas utilizadas para comunicarse usando señas.
- Evaluar los métodos para procesamiento de imágenes.
- Conocer la infraestructura de desarrollo para la creación de un sistema móvil
- Comparar los métodos de procesamiento del lenguaje natural
- Analizar las diferentes opciones viables para el procesamiento de voz a texto.
- Comparar las diferentes plataformas móviles disponibles en el mercado.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

#### *Descripción general la comunicación verbal y no verbal*

En el caso de la Lengua de Señas Mexicana la comunicación se efectúa por medio de señas mimetizadas con ayuda de las manos y parte del torso, cada seña equivale a una palabra o letra del abecedario, en la Lengua de Señas Mexicana no existe la conjugación de verbos ni los tiempos como regularmente se pueden encontrar en la lingüística de un idioma verbal, es por ello que las personas con problemas auditivos presentan dificultades para articular palabras correctamente aun cuando pueden hablar, también se ve reflejado a la hora de escribir, en la gran mayoría de los casos escriben sin conjugar correctamente o con una semántica no muy clara. Para el lenguaje verbal, la comunicación es más rica en cuanto a vocabulario y más compleja en cuanto a reglas gramaticales y sintácticas, esto da como resultado una incompatibilidad de comunicación entre estos dos medios, para aligerar o disminuir las barreras de la comunicación entre estos dos tipos de comunicación se propone el desarrollo de una aplicación móvil para traducir en ambos sentidos la Lengua de Señas Mexicana y el Lenguaje verbal (castellano en este caso), primero, evaluando las metodologías

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

de desarrollo de software más adecuadas y las tecnologías que favorezcan el cumplimiento de los requisitos planteados para la funcionalidad de dicha aplicación.

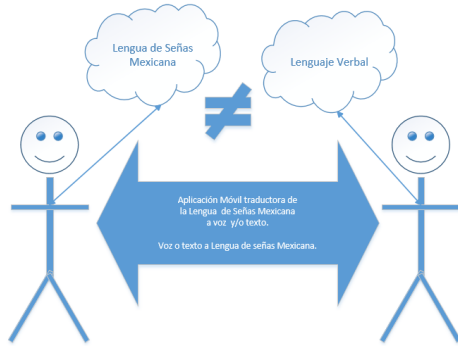


Figura 51, comunicación verbal y no verbal

[Fuente: elaboración propia]

## Entrenamiento de una red neuronal para el procesamiento de imágenes.

Existen diferentes tipos de redes neuronales, pero hay una en específico que nos será de gran ayuda, la red convolucional ha demostrado ser un modelo bastante poderoso a la hora de procesar y clasificar imágenes. Se debe tener en cuenta que el entrenamiento de una red neuronal requiere bastantes recursos computacionales, por lo regular se requiere el multiprocesamiento en paralelo. Por sí solo, un procesador se ve bastante forzado a la hora de realizar el entrenamiento desde cero, inclusive si se trata de un procesador de alta gama.

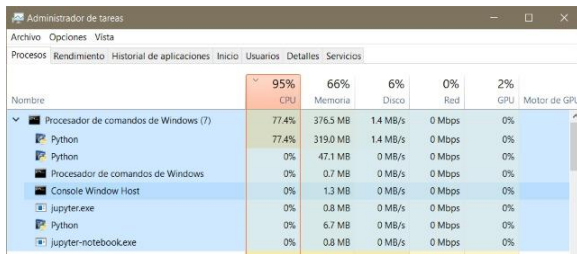


Figura 52, consumo de recursos para entrenar una neurona

[Fuente: elaboración propia]

En la documentación de Inception (Red neuronal de Google) se recomienda el uso de un sistema distribuido, que también se puede dar con el uso de una tarjeta gráfica. [6] Para este caso en específico se está usando una tarjeta NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti, Nvidia, ofrece herramientas (CUDA Toolkit [7]) para la aplicación de inteligencia artificial en conjunto con tarjeta gráfica, además, google ofrece una red neuronal pre entrenada, lo cual disminuye el consumo de recursos de una PC promedio, para refinar la red neuronal, se le agregaron 3 capas más, con la técnica de retro propagación, y con ayuda de la función Softmax, es posible clasificar n imágenes, todas dentro de un

rango de 0 a 1, es decir, cada opción arroja un porcentaje de probabilidad, mientras más se entrena la red neuronal, mayor será el grado de certeza. Para detallar un poco más el funcionamiento de una red neuronal se describirá en forma general las capas que contiene y la función de cada una.

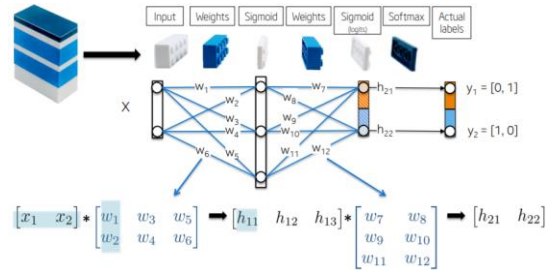


Figura 53, capas de una red neuronal

[Fuente: imagen extraída de [8]]

La red neuronal recibe una entrada, multiplicándola por los pesos, al inicio del entrenamiento dichos valores son aleatorios y se irán modificando mediante el proceso de aprendizaje, en esta fase se implementa la técnica de retro propagación, la cual, toma el gradiente de la diferencia entre lo que busca y el resultado (función de pérdida) y por medio de la regla de la cadena se van modificando el valor de los pesos, a esto se le conoce como aprendizaje. Existen múltiples funciones que se pueden aplicar a una red neuronal, a estas se les conoce como funciones de activación, elegir la adecuada dependerá de las limitantes o el enfoque que se le quiera dar. [9]

En resumen, los requerimientos de software necesarios para la construcción de la red neuronal fueron:

- NVIDIA CUDA 9.0
- cuDNN 7.1 [10]
- Tensor Flow GPU [11]
- Python 3.5
- Anaconda 5.2
- Inception Model V3 [12]

El siguiente reto es alojar la red neuronal ya entrenada en la aplicación móvil o bien alojarla en un servidor para que dicha aplicación consuma el servicio a través de una API.

## Prototipo vista principal de la aplicación móvil

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

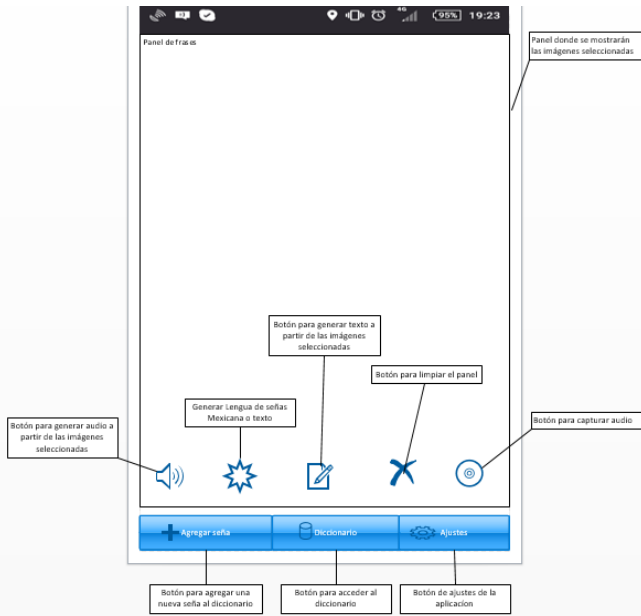


Figura 54, Vista principal  
[Fuente: elaboración propia]



Figura 55, vista del diccionario de señas  
[Fuente: editada de [13]]

Prototipo de la vista del diccionario de señas

Prototipo de la vista para agregar seña

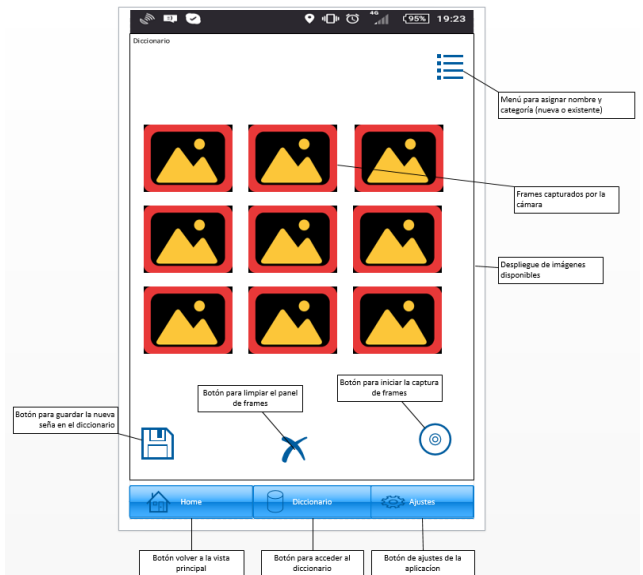


Figura 56, vista de agregar nueva seña  
[Fuente: elaboración propia]

## RESULTADOS

Hasta el momento los resultados han sido regulares hasta cierto punto, se está utilizando un clasificador de imágenes basado en una red neuronal convolucional con un grado de certeza de hasta

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

un 85%, pero al clasificar aún existe una baja ocurrencia resultados errados, por el momento la neurona se ha estado probando en una PC, mientras que el desarrollo de la interfaz para la app móvil sigue en curso. La filosofía de trabajo SCRUM, ha dado resultados satisfactorios, no solo por ser moldeable, sino también por permitir dar prioridad a cada uno de los módulos por entregar. Pensando en una versión más ligera y viable a la hora de llevar a una plataforma móvil, sería implementar un modelo donde cada imagen con la señal corresponda por defecto la palabra adecuada, después de esto, hará falta el módulo de procesamiento lenguaje natural, el cual, dará sentido a las oraciones formadas.

## CONCLUSIONES

Un lenguaje orientado a multiplataforma es útil y de gran alcance en el desarrollo de proyectos híbridos, es decir, los que pueden correr de forma web y no requieren de muchas operaciones nativas de un móvil, como la cámara o el módulo GPS (Global Positioning System), aunque es posible tener acceso a las funciones nativas con la ayuda de librerías de Apache Cordova, el rendimiento se ve sacrificado, la ventaja más grande es su disponibilidad en diferentes plataformas, como: Android, iOS, Web y de escritorio con ayuda de una herramienta más (electron). Hace algunos años atrás, era necesario contar con un buen equipo de cómputo para poder implementar una red neuronal, hoy en día, es más accesible con PC's de gama media gracias a las diferentes tecnologías y el aporte que muchos desarrolladores o empresas han hecho bajo el concepto de *open source*. En cuanto al desempeño de la aplicación cabe recalcar que uno de los objetivos es traducir en dos tipos de comunicación diferentes, en este caso la verbal y la dactilológica, que pudiese estar disponible para diferentes plataformas con tan solo agregar unas librerías o ligeras modificaciones al código principal.

## REFERENCIAS

- [1] Scrum.org, WHAT IS SCRUM?, fecha de consulta: agosto 08 del 2018. Obtenido de: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>
- [2] scrumalliance.org, Scrum Values, fecha de consulta: agosto 09 del 2018. Obtenido de: <https://www.scrumalliance.org/learn-about-scrum/scrum-values>
- [3] zentegra.ca, Agile Development Framework, fecha de consulta: agosto 09 del 2018. Obtenido de: <http://zentegra.ca/services/integration-design-delivery>
- [4] Buendía E (E. B.). (02/04/2017). Sordos en México: sin educación ni trabajo. Obtenido de: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-datos/2017/04/2/sordos-en-mexico-sin-educacion-ni-trabajo>

- [5] Cruz-Aldrete M. (M. C). (marzo-2016). Inventio. Una aproximación al estudio de la adquisición de la Lengua de Señas Mexicana. Obtenido de: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/198/invt1226Aproximaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Tensorflow, Inception in TensorFlow, fecha de consulta: mayo 23 del 2018. Obtenido de: <https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/inception>
- [7] Developer.nvidia.com, CUDA Toolkit, fecha de consulta: mayo 21 del 2018. Obtenido de: <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit>
- [8] Florez, O. U. Building your Neural Network from Scratch (2017), fecha de consulta: mayo 25 del 2018. Obtenido de: [https://static.platzi.com/media/tmp/class-files/git/scratch\\_mlp/scratch\\_mlp-master/slides/2017\\_Summer\\_School\\_LACCI.pdf](https://static.platzi.com/media/tmp/class-files/git/scratch_mlp/scratch_mlp-master/slides/2017_Summer_School_LACCI.pdf)
- [9] Sagar S, Activation Functions: Neural Networks (2017), fecha de consulta: mayo 22 del 2018. Obtenido de: <https://towardsdatascience.com/activation-functions-neural-networks-1cbd9f8d91d6>
- [10] cuDNN, GPU Accelerated Deep Learning, fecha de consulta: mayo 21 del 2018. Obtenido de: <https://developer.nvidia.com/cudnn>
- [11] tensorflow develop, Using GPUs, fecha de consulta: mayo 21 del 2018. Obtenido de: [https://www.tensorflow.org/guide/using\\_gpu](https://www.tensorflow.org/guide/using_gpu)
- [12] kaggle, Inception V3 Model, fecha de consulta: mayo 21 del 2018. Obtenido de: <https://www.kaggle.com/google-brain/inception-v3>
- [13] Serafín M. E, González R. Manos con voz, fecha de consulta: mayo 03 del 2018. Obtenido de: [https://www.conapred.org.mx/documentos\\_cedoc/DiccionarioSenas\\_ManosVoz\\_ACCSS.pdf](https://www.conapred.org.mx/documentos_cedoc/DiccionarioSenas_ManosVoz_ACCSS.pdf)

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **Educación virtual, una alternativa de innovación Educativa en la UAGro, México. Caso: Licenciatura en gestión del capital humano**

Liliana Galeana Camacho  
Universidad Autónoma de  
Guerrero  
(+52) 7441653245  
lgaleanac@uagrovirtual.mx

Yanira  
Gallardo Moreno  
Universidad Autónoma de  
Guerrero  
(+52) 7441810800  
ygallardom@uagrovirtual.mx

Irma  
Amalia Méndez  
Castrejón  
Universidad Autónoma de Guerrero  
(+52) 7441650195  
imendezc@uagrovirtual.mx

Evelyn  
Janet Zavaleta Carbajal  
Universidad Autónoma de Guerrero  
(+52) 7441041916  
ezavaletac@uagrovirtual.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## RESUMEN

Este artículo describe el proceso llevado a cabo para el diseño e implementación de un programa de estudios para educación a distancia en el nivel superior, en el estado de Guerrero México. Con esta alternativa educativa, se busca ampliar la oferta educativa en la UAGro, para beneficio de la sociedad en general. La Licenciatura en Gestión de Capital Humano, constituye el primer proyecto oficial creado por el Sistema de Universidad Virtual y la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero, institución pública educativa en el estado de Guerrero; su propósito es brindar educación de nivel medio superior, superior y de posgrado a la población que así lo requiera, pero sobre todo a los sectores más vulnerables de la entidad.

Considerando las ventajas que brinda la educación a distancia como son: económicas, de tiempo y de espacio, este programa educativo, constituye una opción viable para poder ofrecer a esos sectores de la población, una solución a sus necesidades de contar con una formación profesional, que le permita acceder a mejores oportunidades de colocación y estabilidad laboral y por consecuencia, a una mejor calidad de vida.

## ABSTRACT

In this paper, we describe the process carried out for the design and implementation of a study program for e-learning at the higher level, in the state of Guerrero, Mexico. With this educational alternative, we look to expand the educational offer in the UAGro, for the benefit of society in general. Human Capital Management, is the first official project created by the Virtual University System and the School of Accounting and Management of the Autonomous University of Guerrero, public educational institution in the State of Guerrero; its purpose is to provide upper secondary, higher education and postgraduate education to the population that requires it, especially to the most vulnerable sectors of the entity. Considering the advantages of distance education as they are: economic, time and space, this education program is a good option for these sectors of the population; it's an opportunity to achieve their goals, to get a better job and a better quality of life.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Tendencias, retos y tecnologías en la educación. Base de datos

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México. Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

de la admisión a la Universidad Autónoma de Guerrero.

## Términos Generales

Innovación educativa, Capital humano.

## Palabras clave

Educación superior, educación a distancia, TIC, TAC. Capital Humano.

## Keywords

Higher education, Human Capital Management, ICTs,

## INTRODUCCIÓN

El estado de Guerrero se encuentra situado al sur de México característico por sus recursos naturales; tradiciones y por el papel que desempeñó como parte de la historia del país. Sin embargo es uno de los más rezagados en educación, donde lamentablemente gran parte de la población no puede concluir estudios universitarios por situación económica.[1] La Universidad Autónoma de Guerrero desde su fundación en la década de los 60's ha trabajado bajo la filosofía de ser una universidad pueblo, y poner al servicio de los guerrerense la diversa oferta educativa, que en los últimos años se ha visto reflejada gracias a la inauguración de campus regionales a lo largo del estado, donde se ofertan licenciaturas acorde a la demanda del área geográfica; sin embargo el surgimiento de estos centros regionales aún no es suficiente para cubrir todas las demandas educativas de la población; ya que en muchos sectores; la distancia, el horario y la inseguridad, constituyen severas limitantes para poder realizar estudios universitarios. Por lo anterior la Universidad Autónoma de Guerrero, en su proyecto de reforma educativa que la posiciona como una de las mejores universidades del país, encuentra en la educación a distancia una alternativa para ofrecer a ese sector de la población una alternativa útil e innovadora de formación universitaria.[2]

Hoy en día, las necesidades del mercado laboral, demandan personal con una formación integral, destacándose entre las competencias requeridas; el uso eficiente de las tecnologías de la comunicación e información (TIC), la comunicación eficaz y el trabajo colaborativo; dando como resultado, la necesidad de contratar personas con estas competencias, o bien capacitar a su personal para el desarrollo de dichas competencias en sus organizaciones. Lo anterior, nos lleva a enfatizar lo importante que resulta, contar con capital humano acorde a las nuevas exigencias del contexto mundial. Es por tal motivo, que ante estos retos y necesidades, se crea la propuesta de un nuevo plan de estudios en un área de formación profesionalizante como es, la gestión de recursos humanos; propiciando así el surgimiento y puesta en marcha de la Licenciatura en Gestión del Capital Humano en modalidad virtual.

El objetivo de esta licenciatura, es formar especialistas con amplios conocimientos en el desarrollo de estrategias para la gestión de equipos de trabajo altamente eficaces y productivos, retención y formación de capital humano, atracción de nuevos

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

talentos, entre otros; manejando prácticas innovadoras, que impliquen el uso de las redes sociales corporativas como una de sus principales herramientas. La Licenciatura en Gestión del Capital Humano, surge en consonancia al Modelo Educativo de la UAGro, alineado a las dimensiones de este Modelo, las cuales son: educación centrada en la persona y el aprendizaje, educación integral y educación pertinente propositiva y contextualizada.

## OBJETIVOS

- Formar y actualizar de manera integral profesionales, analíticos, críticos y propositivos con elevado compromiso social, valores y destrezas en el manejo y desarrollo del capital humano de las organizaciones.
- Contribuir en el fortalecimiento de la competitividad de las organizaciones regionales, nacionales e internacionales en el marco de la globalización bajo un enfoque de desarrollo sustentable, con responsabilidad y ética profesional.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Se llevó a cabo un estudio descriptivo, no experimental, en el cual se describe todo el proceso llevado a cabo para el diseño e implementación de un programa de estudios de educación a distancia en el nivel superior en el estado de Guerrero, el cual se realizó desde octubre de 2015 a septiembre de 2018. La Licenciatura en Gestión de Capital Humano, constituye un proyecto oficial creado por el Sistema de Universidad Virtual y la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero, con el cual se busca ampliar la oferta educativa, en beneficio de la sociedad en general. Considerando las ventajas que brinda la educación a distancia, se convierte en una alternativa innovadora para la formación y actualización integral de profesionistas en el área de recursos humanos, que vengan a satisfacer las necesidades del mercado laboral y las exigencias del contexto mundial, destacándose con competencias en el uso y manejo eficiente de las tecnologías de la comunicación e información, así como el trabajo colaborativo; con conocimientos y habilidades que le permitan al profesional de esta área, un alto desempeño laboral dentro de las organizaciones.

## MARCO TEÓRICO

La educación a nivel superior se convertido en una de las principales necesidades en el contexto local, regional y nacional. La perspectiva de los empleadores, implican que los futuros egresados tengan los conocimientos, habilidades y competencias que le permitan un óptimo desempeño laboral dentro de las organizaciones.

Dentro de la perspectiva de nuevas oportunidades para el crecimiento económico y la inserción en el mercado laboral, las instituciones educativas del nivel superior, enfrentan este reto en la nueva oferta educativa, ofreciendo programas en sistemas en

modalidad multimodal y virtual. Cabe mencionar que estos programas deben estar diseñados bajo estándares de calidad que permitan formar profesionistas con habilidades y competencias, para cubrir las necesidades del mercado laboral.

## Educación superior

La educación superior de acuerdo a la UNESCO en su conferencia mundial de 2009 (Unesco, 2009) expresa sobre la prioridad del nivel de educación superior se debe asumir con responsabilidad y fortalecido financieramente por todos los gobiernos del mundo, remarcando la importancia de la inversión como base fundamental para la construcción de una sociedad del conocimiento incluyente, sustentada en el desarrollo cualitativo y cuantitativo de las funciones sustantivas del proceso educativo: docencia, investigación y extensión. La Universidad Autónoma de Guerrero asume una responsabilidad social ante los nuevos desafíos en la enseñanza aprendizaje, con la finalidad de formar egresados con altas competencias, con una formación multidisciplinar, autogestivos, éticos, que promuevan el pensamiento crítico y se conviertan en factor de cambio y transformación en nuestro estado de Guerrero.

## Educación superior a distancia

De acuerdo a las estadísticas del Consejo Nacional de Población (CONAPO), debido al crecimiento de la población entre las edades de 18 a 24 años en una proyección al 2030, la demanda indica que los jóvenes no contarán con los recursos para su ingreso a instituciones de nivel superior, lo cual exige a dichas instituciones nuevas alternativas, como el aprendizaje abierto y a distancia con el respaldo de la tecnología de la información y la comunicación.

La educación a distancia, permite romper con la brecha en la educación, ofrecer las alternativas que le permite al estudiante cubrir su necesidades; económicas, demográficas y disponibilidad de tiempo.

Es importante resaltar que las instituciones en México están en la búsqueda constante de cubrir las demandas educativas en los diferentes niveles y principalmente en el nivel superior, todo apegado a la normatividad, al manejo de los avances tecnológicos.

Dentro de esta perspectiva la Universidad Autónoma de Guerrero toma en cuenta cubrir esta necesidad de la oferta educativa bajo los lineamientos del Modelo Educativo, con el objetivo de ofrecer un plan que forme y actualice recursos humanos de manera integral incorporados en ambientes virtuales para que el egresado adquiera las competencias que le permitan un óptimo desempeño en su vida laboral.

## Ambientes virtuales

El sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero ha implementado desde su fundación diversas alternativas para el fortalecimiento y mejoramiento de la educación a distancia, actualmente se cuenta con sitio web propio [www.virtual.uagro.mx](http://www.virtual.uagro.mx) que incluye dentro de éste el

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

campus donde se concentran los diversos cursos que se ofertan a distancia

<http://www.licenciaturasuv2.uagro.mx>.

### *Las Tic y las Tac*

El surgimiento de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y las Tecnologías de Aplicación del Conocimiento (TAC) dan como resultado que las instituciones tengan que adaptarse a un nuevo contexto, donde es importante involucrar tanto a los usuarios internos como los externos en la aplicación de las mismas. El docente quien se convierte como facilitador de la enseñanza en los ambientes virtuales, tiene que estar preparado en conocimientos y habilidades de las herramientas digitales, ya que no solo diseña material en plataformas sino también centra el aprendizaje en el estudiante a lo largo de la vida.

El Plan de Estudio en Gestión del Capital Humano promueve e implementa el uso de las (TIC) y las (TAC), para desarrollar el potencial de las personas a través de ambientes virtuales de aprendizaje con metodologías y estándares de calidad e inclusión social como lo establece la misión del SUVUAGRO.

### *Misión del programa educativo de LGCH*

La Licenciatura en Gestión del Capital Humano, tiene como visión formar y actualizar recursos humanos de manera integral, con capacidad de generar y aplicar conocimientos para la selección, manejo y desarrollo del capital humano en las diversas organizaciones públicas o privadas; habilitado en las áreas de dirección, seguridad social, comportamiento humano y liderazgo, actuando responsablemente como un agente de cambio e incidiendo en el desarrollo empresarial en un entorno globalizado.

### *Visión del Programa Educativo de LGCH*

Al año 2025 la Licenciatura en Gestión del Capital Humano tiene el liderazgo académico regional y un alto nivel de excelencia académica, ofrece una educación de calidad que impulsa la innovación científica y tecnológica, los egresados son profesionistas autogestivos, científicos, humanistas y con una filosofía de preservación y cuidado al medio ambiente, que vinculados al sector promoverán el desarrollo socioeconómico, respondiendo con eficacia a las diferentes necesidades de la sociedad, desde una perspectiva crítica y reflexiva con capacidad de adaptación en un ambiente laboral competitivo. El programa educativo estará acreditado por los organismos evaluadores correspondiente.

## RESULTADOS

En la elaboración del Plan de Estudios de la Licenciatura en Gestión del Capital Humano se tomaron en cuenta los estándares nacionales de organismos evaluadores de la calidad de los programas educativos, como son; los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior

(CIEES), el Espacio Común de Educación Superior a Distancia (ECOESAD), el Consejo de Acreditación en Ciencias Administrativas, Contables y Afines (CACECA), así como el Consejo de Acreditación en Ciencias Sociales, Contables y Administrativas en la Educación Superior de Latinoamérica, A.C. (CACSLA), que es un órgano evaluador de carácter internacional. También fueron considerados los referentes derivados de encuestas aplicadas a los empleadores, tanto del sector público como del privado a nivel nacional y estatal, como lo señala el Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo (SNE, 2016).

El proceso para la apertura la primer generación de este plan de estudios, conformada por estudiantes de distintos lugares del estado de Guerrero y del país, fue el siguiente:

1. Curso de Selección e inducción con duración de dos meses, con el objetivo de familiarizar a los estudiantes en los ambientes virtuales como; el manejo de la plataforma y todos los recursos y herramientas digitales, lo que les permitió perfeccionar sus habilidades en el manejo de programas y herramientas informáticas, fundamentales para estudiar en esta modalidad.
2. Examen de diagnóstico: aplicado en áreas del conocimiento como; inglés, matemáticas, pensamiento analítico, comprensión lectora y computación; todo esto con la finalidad de reforzar y actualizar los conocimientos básicos requeridos.
3. Entrevistas a través de videoconferencias, con el objetivo de conocer a fondo las opiniones y perspectivas de cada estudiante sobre la licenciatura a cursar y principalmente sus expectativas y metas vinculadas a ésta.

Partiendo de estos tres criterios se da el ingreso a 28 alumnos, que hoy son parte de la primer generación de la Licenciatura en Gestión del Capital Humano en modalidad virtual.

Cabe mencionar que una parte importante de este proceso, la constituyen los facilitadores; por lo cual se seleccionaron en función a ciertas características fundamentales para garantizar la calidad del programa educativo. Estas son:

- Tener capacidad a partir de sus conocimientos, experiencia y habilidad para ejercer la docencia, la investigación, las tutorías, la vinculación o el desarrollo tecnológico.
- Contar con el título o grado de maestría o doctorado, en la disciplina que se vaya a desempeñar, o una amplia experiencia profesional.
- Conocimiento en el uso y manejo de las tecnologías de la información y comunicación.

## CONCLUSIONES

- La Licenciatura en Gestión del Capital Humano, en modalidad virtual, es un programa educativo que

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

transforma los procesos comunes de la enseñanza tradicional en la Universidad Autónoma de Guerrero, poniéndola a la vanguardia de las universidades a nivel nacional e internacional. Al mismo tiempo se convierte en una alternativa innovadora para ampliar la oferta educativa en la UAGro, en beneficio de los guerrerenses y de la sociedad en general.

- Este programa educativo contribuirá al fortalecimiento de la competitividad de las organizaciones regionales, nacionales e internacionales en el marco de la globalización bajo un enfoque de desarrollo sustentable, con responsabilidad y ética profesional.
- La educación a distancia implementada por la Universidad Autónoma de Guerrero a través de programas educativos como la Licenciatura en Gestión de Capital Humano, representa un avance significativo en el desarrollo educativo, social y tecnológico de nuestro país; siendo así una oferta de calidad para atender la demanda educativa a nivel superior, en el estado de Guerrero; en México y tras fronteras también representa una alternativa a la que puede acceder cualquier ciudadano del mundo, que vea en ella una alternativa de superación y mejora personal y profesional.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad Autónoma de Guerrero por la confianza en el proyecto de la Licenciatura en Gestión de Capital Humano y en especial a todo el equipo del Sistema de Universidad Virtual; por el apoyo, motivación y ejemplo de ser pioneros en la evolución educativa y tecnológica para mejorar nuestro entorno social a través de la educación. A los docentes de la Facultad de Contaduría y Administración que hoy forman parte de la planta como facilitadores dentro del programa educativo, por su compromiso y dedicación, a los estudiantes que nos dieron su voto de confianza y que ya forman parte de la primera generación de la Licenciatura en Gestión del Capital Humano.

## REFERENCIAS

- [1] CONAPO  
<http://www.gob.mx/conapo/documentos/dinamica-demografica-1990-2010-y-proyecciones-de-poblacion-2010-2030>
- [2] Conociendo Guerrero  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/producto/s/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/Guerrero.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/producto/s/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/Guerrero.pdf)
- [3] Portal oficial <http://www.uagro.mx>
- [4] Unesco. (2009). Conferencia mundial sobre la educación superior-2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. Organización de las Naciones Unidas.

## Estudio de la satisfacción del alumno virtual hacia los servicios brindados por los departamentos de la UVEG

Ricardo Ruiz Martínez  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
riruiz@ueveg.edu.mx

Alejandra Mina Rosales  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
almina@ueveg.edu.mx

Gilberto Zaras López  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
gilzaras@ueveg.edu.mx

Adriana Cortés Godínez  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
adcortes@ueveg.edu.mx

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

## RESUMEN

La Universidad Virtual de Estado de Guanajuato (UVEG), es una Institución educativa comprometida con la calidad en el servicio y mejora continua, el cual está enfocado a su comunidad estudiantil y su personal; ante ello se ve en la necesidad de poder evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios en función de los servicios que ésta brinda, para identificar las áreas de oportunidad y tomar decisiones en la mejora de sus procesos y servicios.

Mediante el desarrollo de un Sistema dentro de la UVEG, tanto los alumnos como el personal pueden reportar las incidencias y dependiendo de su naturaleza es atendida por un departamento específico o por varios a la vez en colaboración, para poder brindar la solución adecuada. Esta atención permite ser evaluada para medir el nivel de satisfacción del usuario bajo 2 aristas: la primera es el evaluar la respuesta de su incidente si fue o no solucionado y segundo, el servicio, tiempo y trato que recibe al ser atendido el reporte.

Los reportes que genera el sistema permiten analizar la información y mejorar los procesos del departamento que ofrece los servicios en la UVEG.

## ABSTRACT

The Virtual University of the State of Guanajuato (UVEG), is an educational institution committed to quality service and continuous improvement, which is focused on its student community and its staff; in view of this, it is necessary to be able to evaluate the level of satisfaction of the users in terms of the services it provides, to identify the areas of opportunity and make decisions in the improvement of their processes and services.

Through the development of a System within the UVEG, both students and staff can report the incidents and depending on their nature is served by a specific department or by several at the same time in collaboration, to provide the appropriate solution. This attention can be evaluated to measure the level of

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

user satisfaction under 2 edges: the first is to evaluate the response of your incident if it was solved or not, and second, the service, time and treatment received when the report is answered.

The reports generated by the system allow us to analyze the information and improve the processes of the department that offers the services in the UVEG .

## Categorías y Descriptores Temáticos

Trends, challenges and technologies in education: Applied Technological Development

Tendencias, retos y tecnologías en la educación: Desarrollo Tecnológico Aplicado.

## Términos Generales

Educación Virtual, Aplicación de tecnologías en la educación.

## Palabras clave

Satisfacción, educación, virtualidad, tecnología.

## Keywords

Satisfaction, education, virtuality, technology .

## INTRODUCCIÓN

Toda institución que ofrece servicios, ya sea educativos o de cualquier otra índole, debe interesarse en buscar la satisfacción de los clientes, mediante un proceso de mejora que incremente la calidad de los mismos. Para verificar el nivel de satisfacción se debe contar con herramientas que brinden información sobre la eficiencia, áreas de oportunidad y contexto general de lo ofrecido por los departamentos involucrados con el usuario.

La calidad de las instituciones pública educativas es un aspecto importante involucrado con el desarrollo de la sociedad, dicha calidad no solo se refiere a los programas educativos ofrecidos sino también en el servicio que recibe el estudiante de los diferentes departamentos.

En el caso de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG), cuya característica es ofrecer educación 100% en línea, los servicios académicos, administrativos y tecnológicos, deben estar en operación constante, cubriendo las expectativas que los estudiantes demanden, pues la opinión de éstos, es la principal valoración que refleja la calidad de la institución y el elemento clave que detone un proceso de mejora.

## OBJETIVOS



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Medir y analizar la satisfacción de los alumnos de Ingeniería de Educación Superior de la UVEG sobre los servicios ofrecidos en los diferentes departamentos, mediante un sistema de registro de incidencias.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Álvarez et al. (2014) indica que la calidad se basa en “que los usuarios sean servidos al máximo grado posible, significando que los servicios o productos satisfagan sus requerimientos y necesidades” en el ámbito educativo el estudiante que es el usuario principal es el que determina la satisfacción y por ende la calidad.

Según Salinas et al. (2008) “la satisfacción del estudiante es el eje central de todos los procesos que se llevan a cabo en las universidades” dicha satisfacción puede involucrar diversas variables medibles como: calidad de las instalaciones, rapidez en trámites administrativos, etc.

De acuerdo a Álvarez et al. (2014) “las variables que más influyen en la satisfacción del estudiante son: la Actitud del Profesor, la planeación docente de la asignatura y la Revisión de los Exámenes”.

Para una escuela en línea algunas variables son diferentes a las de una escuela presencial, por lo que la medición de la calidad involucra otros aspectos. En el caso específico de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato cuya educación y servicios son en línea, las variables que determinan la satisfacción del estudiante están relacionadas directamente con su modelo educativo.

- Cursos 100% en línea.
- Flexibilidad del horario para realizar los estudios.
- Acompañamiento de un asesor experto en una disciplina quien apoya en cualquier momento a lo largo del curso al alumno.
- Tutor que facilita, guía y apoya el aprendizaje del mismo.
- Solicitud de documentos y trámites en línea.

Por lo anterior, las variables de satisfacción del alumno en la UVEG están involucradas con: accesibilidad de los recursos en línea, disponibilidad de la información, calidad del contenido educativo, rapidez en respuesta, eficacia en trámites y servicios educativos y existencia de un óptimo canal de comunicación.

La satisfacción del alumno sobre los servicios ofrecidos por la UVEG se mide mediante un sistema de incidencias desarrollado en PHP y una base de datos administrada por MySQL

### *Sistema de Incidencias de la UVEG.*

Es un sistema desarrollado por el departamento de Sistemas de Información de la UVEG cuyo objetivo, es gestionar de manera eficaz las incidencias reportadas por los usuarios, a fin de mejorar su atención y solución. Además este sistema permite realizar un análisis estadístico de los reportes obtenidos para

detectar las áreas de oportunidad de cada una de los diferentes departamentos de la UVEG y favorecer la toma de decisiones.

El sistema atiende dos tipos de reportes, que a continuación se mencionan:

- Solicitud de información general o específica.
- Reporte de incidencias, quejas y sugerencias.

El sistema está desarrollado con el enfoque de ITIL (IT Infrastructure Library / biblioteca de infraestructura de Tecnologías de Información), el cual es un marco de referencia que describe un conjunto de mejores prácticas y recomendaciones para la administración de servicios de TI (Tecnologías de información), con un enfoque de administración de procesos.

Estas buenas prácticas que se logran con el sistema son:

- Contar con un canal de comunicación oficial entre los diferentes usuarios.
- Analizar la situación e identificar la problemática reportada.
- Responsabilidad compartida con las diferentes áreas de la UVEG.
- Obtención de reportes individuales y por situación.
- Evaluación de satisfacción al usuario, en la atención de sus reportes.

Para generar:

- Comunicación efectiva.
- Optimización de tiempos de respuesta.
- Incremento de respuestas satisfactorias.

### *Escalas de medición.*

La satisfacción del usuario se mide de acuerdo a los siguientes criterios de evaluación, una vez que se haya atendido la incidencia:

1 = Muy Mala.

2 = Mala.

3 = Buena.

4 = Muy Buena.

5 = Excelente.

### *Departamentos involucrados.*

Los departamentos involucrados que dan atención y seguimiento a las incidencias de los usuarios, forman parte de las 5

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

direcciones que conforman a la UVEG.

## Secretaría Administrativa.

- Control escolar.
- Finanzas y presupuesto.
- Recursos Materiales y Servicios generales.
- Recursos humanos.

## Secretaría Académica.

- Dirección Económica Administrativa de Educación Superior.
- Dirección Ingenierías de Educación Superior.
- Dirección Educación Media Superior.
- Coordinadora de Diseño de Ambientes de Aprendizaje.

## Dirección de Operaciones de Centros de Acceso Educativo y Vinculación.

- Coordinación de Comunicación.
- Coordinación Estatal de Educación Continua.
- Coordinación Regional de CAE's (Centros de Acceso Educativo).
- Coordinación de Mesa de Ayuda.

## Dirección de Planeación y Evaluación.

- Coordinación de Planeación.
- Coordinación de Evaluación Institucional.

## Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación.

- Coordinación de Telecomunicaciones.
- Coordinación de Portales y Apoyo a la Producción de Contenido Educativo.

## *Servicios evaluados.*

La evaluación de satisfacción del usuario está en función de la respuesta o resolución de la incidencia que emiten los responsables de los departamentos involucrados.

Se tiene un Catálogo de incidencias, el cual es revisado y actualizado cada semestre en base a las posibles problemáticas y solicitudes de información que un estudiante y/o personal de la UVEG puede presentar y reporta. En este catálogo se tiene definido un tema y subtema de acuerdo al tipo de incidencia/solicitud de información.

Servicios Evaluados:

- Trámites escolares.
- Pagos.
- Inscripciones.

- Reinscripciones.
- Portal UVEG.
- Solicitudes de Información en General.
- Campus Virtual.
- Campus Móvil.
- Contenidos de Materias.
- Evidencias de aprendizaje (Tareas, Cuestionarios y Exámenes).
- Centro de Idiomas.
- Servicio Técnico (exclusivo personal interno).
- Navegadores/Paquetaría/Programas.
- Quejas, Sugerencias, Felicitaciones.

El acceso al Sistema de Incidencias, únicamente es por medio del Campus virtual de la UVEG. Cuando el usuario envía su reporte, se genera un folio de reporte el cual se denomina Ticket de atención. Este ticket es direccionado al área responsable de dar atención y seguimiento al reporte del usuario; estas áreas pueden apoyarse en colaboración con otras áreas sin heredar la responsabilidad de brindar la respuesta y/o solución final.

Figura 1. Sistema de incidencias UVEG.

El usuario, es notificado a su correo electrónico institucional y personal, cuando su reporte ha sido atendido debe acceder al Sistema de Incidencias para revisar y evaluar la respuesta, ya sea aceptándola o declinándola. En este último caso el usuario puede expresar sus motivos por los cuales no está satisfecho, manteniendo el ticket abierto hasta que se agoten todas las posibles soluciones que resuelva el reporte del usuario.

Cabe señalar que se crea y se almacena todo un historial de cada ticket, así como un historial de los reportes generados por usuario.

La evaluación de satisfacción permite realizarse, cuando el usuario acepta la respuesta o solución final, en ese momento el sistema muestra el Evaluador de servicio y el usuario debe de

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

seleccionar la escala de evaluación e incluso permite escribir comentarios que la justifiquen.

El estudio del presente trabajo, se realiza midiendo el grado de satisfacción de los alumnos inscritos en las tres ingenierías que actualmente oferta la UVEG, las cuales son:

- Ingeniería Industrial (II)
- Ingeniería en Gestión de Tecnologías de la Información (IGTI)
- Ingeniería en Gestión de Proyectos (IGP)

## RESULTADOS

El análisis de los resultados mostrados en este estudio comprende un periodo desde Junio 2017 hasta la fecha, de los cuales se cuenta con un registro de 1779 incidencias capturadas en el sistema.

En la Figura 2, se observa la distribución de incidencias seccionada por carreras, en donde claramente se observa que los alumnos de II, son los que mayormente emplean el sistema para solucionar alguna problemática.

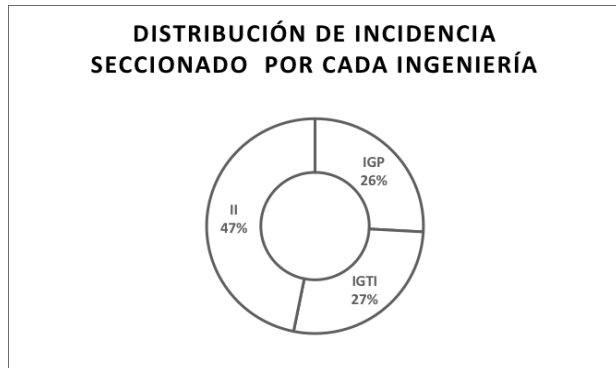


Figura 2. Distribución de incidencia por cada ingeniería.

Los resultados se agruparon de acuerdo a las áreas involucradas en la incidencia, en la Tabla 1 se muestra la distribución de la cantidad de incidencias y el correspondiente en porcentaje con respecto al total de incidencias atendidas. Claramente se observa que la mayoría de incidencias se canaliza a mesa de ayuda, debido a que dicha área da solución a situaciones generales dentro de sus facultades, ejemplo: corrección de datos personales o reactivación de intentos de un cuestionario, entre otros.

Tabla 1. Distribución de la cantidad de incidencias

Áreas involucrados	Cantidad de incidencias por área	de por	Correspondiente en porcentaje de las incidencias por área
--------------------	----------------------------------	--------	---

Académico	48	3%
Mesa de ayuda	1317	74%
TIC's	20	1%
Diseño de ambientes virtuales de aprendizaje (CDA)	55	3%
Centro de información	11	1%
Control escolar	150	8%
Finanzas y pagos	82	5%
Psicopedagogía	96	5%

Un análisis general en cuanto a la escala de medición del usuario con respecto a la satisfacción del servicio, se muestra en la Figura 3, en donde se observa una tendencia general de buen trato al usuario, ya que el 75% de las incidencias fueron calificadas con el máximo valor el cual corresponde a una excelente atención.



Figura 3. Valoración general obtenida.

Finalmente en la Figura 4, se muestran la evaluación correspondiente para cada área, en donde se observa que la tendencia del trato para los usuarios en cada una de las áreas correspondientes es buena.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

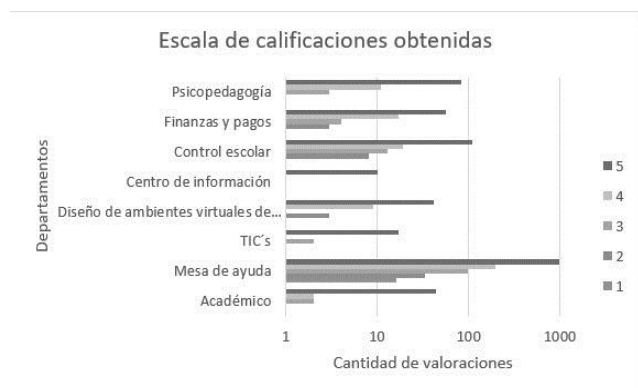


Figura 4. Evaluación por área.

Esta herramienta tecnológica nos permitió observar algunas áreas de oportunidad en los procesos de cada uno de los departamentos que ya han sido o se encuentran en etapa de reestructuración, como fue el caso de control escolar y mesa de ayuda.

## CONCLUSIONES

Para cualquier institución que desee elevar los estándares de atención y evaluar los servicios que presta, es indispensable el establecer indicadores que reflejen la percepción de sus usuarios, respecto al nivel de atención que se les brinda.

En este sentido la UVEG ha desarrollado un sistema de atención, mediante el cual se pretende identificar las necesidades de los usuarios y realizar mejoras en la atención y servicios prestados. El sistema de incidencias de la UVEG tiene como fin,

no solo la resolución pronta de los reportes generados por los usuarios, sino aplicar un desarrollo tecnológico para la mejora continua en los procesos, en los que intervienen personas y tecnología, considerando la parte humana, pero maximizando la productividad y seguridad que un sistema de cómputo ofrece.

Los datos a la fecha muestran buenos resultados, en general son favorables, si bien es un sistema que lleva poco tiempo implementado y que está en una constante mejora, la percepción de los usuarios de manera general es buena. Por supuesto que hay áreas de oportunidad y que gracias al sistema de incidencias han sido detectadas y son en estas donde los esfuerzos deben enfocarse.

La UVEG ha sido pionera en la educación virtual, las exigencias de nuestros alumnos y personal cada día son mayores, el desarrollo del sistema de incidencias es una muestra del compromiso y entusiasmo que existe en la institución con la innovación constante y el desarrollo de tecnologías propias para satisfacer las necesidades de nuestros usuarios externos e internos.

## REFERENCIAS

- [1] Álvarez, J., Chaparro, E. y Reyes, D. (2014) Estudio de la Satisfacción de los Estudiantes con los Servicios Educativos brindados por Instituciones de Educación Superior del Valle de Toluca. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/551/55138743001.pdf>
- [2] Salinas, A., Morales, J. y Martínez, P. (2008). Satisfacción del estudiante y calidad universitaria: Un análisis explicatorio en la unidad académica multidisciplinaria agronomía y ciencias de la Universidad autónoma de Tamaulipas, México.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Estudio de la tendencia en el desempeño del alumno virtual UVEG analizado desde un enfoque generacional

Adriana Cortés Godínez  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
adcortes@uveg.edu.mx

Alejandra Mina Rosales  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
almina@uveg.edu.mx

Ana Gabriela Barrientos  
Reyes  
Universidad Virtual del Estado de  
Guanajuato  
Hermenegildo Bustos #129  
Zona Centro  
Purísima del Rincón  
(462) 800 4000, 36400  
albarrientos@uveg.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El trabajo está enfocado en el análisis del comportamiento de los alumnos inscritos en la carrera de Ingeniería en Gestión de Tecnología de Información (IGTI), con base en la tendencia generacional, para determinar la influencia sobre los indicadores de aprobación, reprobación e inactividad y de esta manera trabajar en nuevas estrategias particulares para la atención,

retención y motivación de cada clase generacional en la educación virtual.

### ABSTRACT

The work is focused on the analysis of the behavior of students enrolled in the Engineering in Information Technology Management (IGTI), based on the generational trend, to determine the influence on the indicators of approval, failure and



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

inactivity and in this way, work on new strategies for the attention, retention and motivation of each generational class in virtual education.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Trends, challenges and technologies of Education: Trends in the adoption of technologies.

Tendencias, retos y tecnologías de la Educación: Tendencias en la adopción de tecnologías.

### Términos Generales

Educación Virtual, Adopción de tecnologías en la educación.

### Palabras clave

Diversidad generacional, análisis, desempeño educativo virtual.

### Keywords

Generational diversity, analysis, virtual educational performance.

## INTRODUCCIÓN

Es inevitable que el entorno social sea una influencia importante en la caracterización de las personas que conforman un país, región o comunidad; esto aunado a la naturaleza inherente al ser humano de buscar alternativas tecnológicas que permitan competir en diversos rubros económicos, sociales, políticos y en general todo lo que lo envuelve, da pauta a que especialistas en el estudio de la sociedad se den a la labor de buscar aspectos conductuales que definen a un cúmulo de personas que viven en un tiempo-espacio definido por su entorno, y que determinan su forma de pensar, actuar y en general del estilo de vida que llevan dentro del ámbito laboral, personal y educativo.

La tendencia del desarrollo de tecnología ha llevado a la sociedad a desarrollar ambientes innovadores para ofrecer educación superior, tal es el supuesto de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG), que tiene entre otras características: educación 100% virtual, programas educativos novedosos, flexibilidad del horario para realizar los estudios, acceso a un programa educativo con bajo costo; de esta manera se consolida como una de las opciones educativas con un amplio espectro de alcance, si se considera la edad del estudiante como

un nicho de oportunidad. Por otro lado, el modelo educativo de la UVEG se centra en el enfoque constructivista, centrado en el aprendizaje del estudiante, desarrollo de competencias, además de tener el acompañamiento de un asesor experto en una disciplina quien apoya en cualquier momento a lo largo del curso al alumno y un tutor que facilita, guía y apoya el aprendizaje del mismo.

## OBJETIVOS

Analizar la influencia de la brecha generacional dentro de la UVEG en la carrera de IGTI, con la finalidad de encontrar una relación entre su comportamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la clasificación de las generaciones.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

De acuerdo con Según Martínez (2015), una generación “se constituye por un conjunto de individuos que habiendo nacido en un mismo período estarían expuestos a experiencias sociales y culturales similares”. El auge de la tecnología es una de las variables más importantes para determinar tales conjuntos dentro de la sociedad, pues las personas mayores que no cuentan con un enfoque tecnológico se encuentran y se perciben muy alejados de las generaciones jóvenes.

El mismo autor hace referencia a la existencia de 4 generaciones:

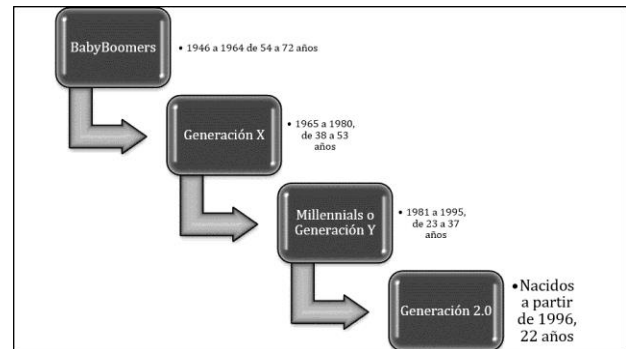


Figura 57. Clasificación de las generaciones.

Cada una de las generaciones anteriores, cuentan con características distintivas que se indican a continuación:

### Babyboomer

- Personas nacidos entre 1946 a 1964
- Pueden ser el detonante del cambio tecnológico en las organizaciones
- Pueden ser influencia positiva para las demás generaciones, por ser líderes empresariales
- Consideran importante el trabajo comprometiéndose con éste, dejando poco tiempo para la vida personal.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México. Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Tienen un aprendizaje práctico
- Respetan la autoridad, además de regirse por reglas
- Son planificados y la tecnología la consideran una herramienta.
- Prefieren las relaciones personales a las virtuales

### Generación X

- Personas nacidas entre 1965 y 1980
- Tienen alta preparación académica, manejo de un segundo idioma y la mayoría cuentan con títulos pues valoran la formación que tienen.
- Según Martínez (2015), esta generación “No confían en las instituciones, sino en su capacidad individual”.
- Aprenden rápido, pues consideran que el conocimiento es necesario para su desarrollo.
- Buscan un equilibrio entre el trabajo y la vida personal.
- De todas las generaciones son los más competitivos

### Millennials

- Personas nacidos entre 1981 a 1995
- Se caracteriza por vivir en un mundo tecnológico.
- Por el mismo dominio de la tecnología viven en un mundo inmediato, queriendo ascender rápido.
- Se consideran emprendedores, pero inestables laboralmente, pues son propensos a dejar sus trabajos después de 2 años.
- No contemplan permanecer en el mismo trabajo por largo tiempo y son irrespetuosos con la autoridad.
- Anteponen la vida personal a la laboral.
- No valorar la formación o títulos que se tengan.

### Generación 2.0

- Tiene una enorme dependencia a la tecnología y no conocen una vida sin ella, adaptándose inmediatamente a las innovaciones.
- Adoptan principalmente como medio de comunicación las redes sociales.
- Son impacientes y buscan respuestas inmediatas.
- No prestan mucha atención a los demás, pues tienen poca capacidad de escucha.
- Carecen de las competencias de planificación y organización.
- Laboralmente, permanecen en una empresa solo si se sienten libres y les proporcione desarrollo profesional, además de que necesitan el contacto cara a cara para identificarse con la misma.

De acuerdo a Nielsen (2015) cada generación tiene preferencia por un campo de trabajo que se muestra a continuación.

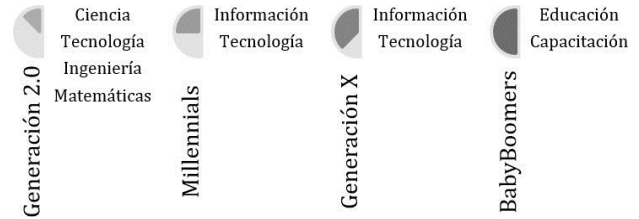


Figura 58. Tendencia del campo de trabajo por generación.

La metodología propuesta para este estudio, se muestra a continuación:

- Selección de la muestra estudiar
- Se consideró para el estudio, la muestra de 1081 estudiantes inscritos en la carrera de IGTI en el mes de junio 2018 en la UVEG.
- Primera fase del procesado de datos  
Se clasificó la muestra de acuerdo a las cuatro generaciones definidas anteriormente, identificando la cantidad de alumnos aprobados, reprobados e inactivos a lo largo de la trayectoria académica.
- Segunda fase del procesado de datos  
Se realizó la comparación del porcentaje de aprobados, reprobados e inactivos en cada uno de los grupos generacionales, a fin de analizar el comportamiento a lo largo de la carrera.

La carrera de IGTI consta de 43 de materias y una estadía profesional, mostradas en la Figura 3.

Cantidad de materias									
No. De Materia	Nombre de materia	No. De Materia	Nombre de materia	No. De Materia	Nombre de materia	No. De Materia	Nombre de materia	No. De Materia	Nombre de materia
1	Introducción a computación	11	Contabilidad financiera	21	Idioma extranjero II	31	Análisis de requerimientos de sistemas de información	41	Consultoría y planeación estratégica
2	Taller de lectura y reflexión	12	Cálculo diferencial	22	Comunicación y redes	32	Idioma extranjero IV	42	Gestión de tecnologías de información
3	Matemáticas básicas	13	Programación básica	23	Administración financiera	33	Facilidad y evaluación de proyectos	43	Implementación de TI.
4	Introducción a la Ingeniería en Gestión de TI	14	Economía	24	El enfoque sistémico en la administración	34	Administración del capital humano		Estadía profesional
5	Computación	15	Idioma extranjero II	25	Inteligencia de mercado	35	Taller de comunicación efectiva		
6	Desarrollo humano	16	Cálculo integral	26	Desarrollo sustentable	36	Diseño y planeación de tecnologías de información		
7	Matemáticas para ingenieros	17	Matemáticas computacionales	27	Base de datos	37	Marcos regulatorios y licitación de TI		
8	Idioma extranjero I	18	Fundamentos de servidores y sistemas operativos	28	Tendencias en las TI	38	Etica y responsabilidad social en los negocios		
9	El pensamiento sistémico	19	Sistemas de información para la administración de proyectos	29	Taller de creatividad e innovación	39	Técnicas de negociación		
10	Gestión estratégica organizacional	20	Contabilidad de costos	30	Seguridad informática	40	Integración de tecnologías de información		

Figura 59. Asignaturas de IGTI.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio son los mostrados a continuación:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En la Figura 4 se muestra, la distribución de la cantidad de alumnos, así como lo correspondiente en porcentaje de la distribución generacional en la carrera.

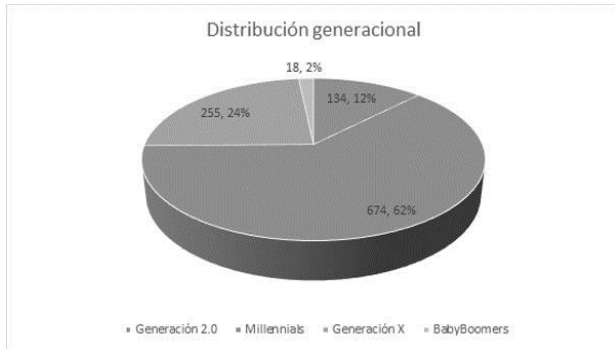


Figura 60. Distribución generacional de la muestra.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran el comportamiento de la cantidad de alumnos aprobados, reprobados e inactivos en las distintas materias de la carrera, de la Generación 2.0, Millennials, Generación X y Baby Boomers; respectivamente, donde se resalta la curva de tendencia de la aprobación.

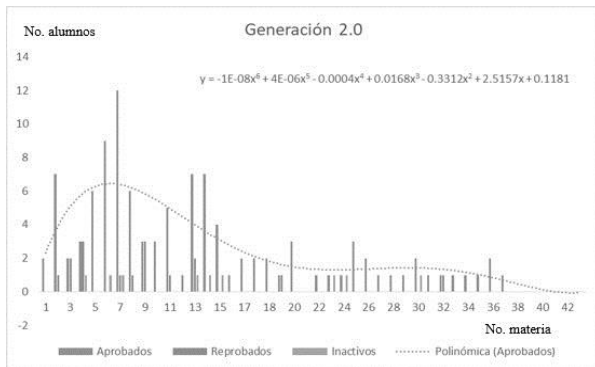


Figura 61. Comportamiento de alumnos aprobados, reprobados e inactivos, Generación 2.0.

En la gráfica se observa que la cantidad de alumnos de la Generación 2.0, tiende a presentar un buen comportamiento de aprobación, ya que hay muy pocos alumnos reprobados e inactivos, esto es debido a que su adaptabilidad a la tecnología es fácil para ellos; sin embargo al ser impacientes y caracterizarse por su ideología de libertad, se debe de cuidar la retención, pues el comportamiento de la gráfica nos muestra que la mayor concentración de alumnos se presenta al inicio de la carrera.

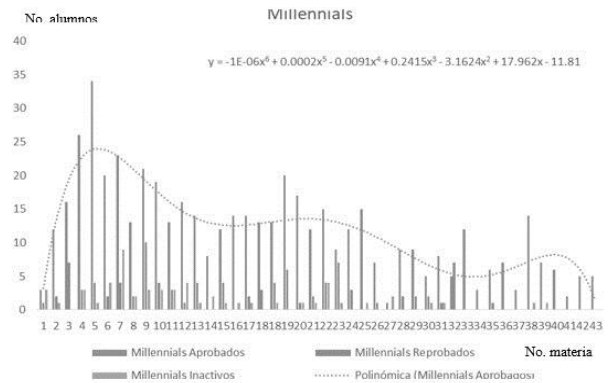


Figura 62. Comportamiento de alumnos aprobados, reprobados e inactivos, Millennials.

La cantidad de alumnos de la generación Millennials es la mayor población de estudiantes inscritos en IGTI. En la gráfica se observa que son los de mayor tendencia a reprobado y quedarse inactivos en el módulo, esto se puede fundamentar debido a que presentan inestabilidad laboral sin valorar una formación académica o títulos con los que se cuentan; sin embargo en cuestión de aprobación el dominio hacia la tecnología ocasiona un buen desempeño a lo largo de la carrera.

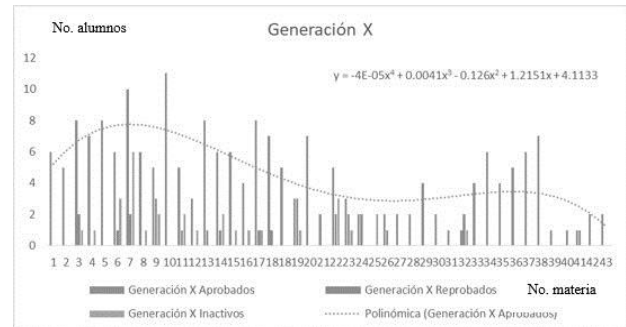


Figura 63. Comportamiento de alumnos aprobados, reprobados e inactivos, Generación X.

Esta generación valora la formación académica y consideran el conocimiento importante para el desarrollo profesional, por tal motivo el comportamiento en el sentido de la aprobación es constante a lo largo de la carrera, siendo estos los que menos reprobaban; sin embargo su inactividad es alta, lo cual se puede justificar, ya que buscan un equilibrio entre el trabajo y la vida personal.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

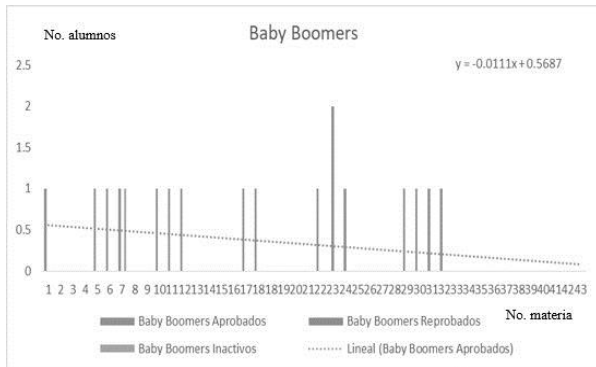


Figura 64. Comportamiento de alumnos aprobados, reprobados e inactivos, BabyBoomers.

En la Figura 8, se observa que la cantidad de alumnos Baby Boomers, es muy poca, ya que acuerdo a las características que definen esta generación prefiere un trato personal más que el virtual; sin embargo el compromiso que tiene hacia al trabajo, se ve reflejado en su alta aprobación.

Con la finalidad de mostrar la información en porcentajes-generación, la siguiente gráfica, figura 9, muestra el comparativo de los porcentajes de alumnos aprobados, reprobados e inactivos de cada generación en la carrera.

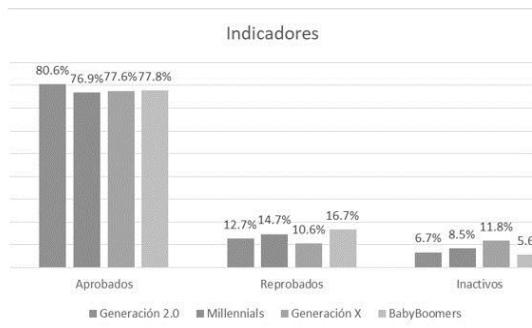


Figura 65. Comparativo de aprobados, reprobados e inactivos.

## CONCLUSIONES

Los resultados mostrados, permiten establecer nuevas estrategias de seguimiento y atención a alumnos de asesoría y tutoría, considerando las características de la generación a la que pertenece el estudiante, en un futuro con la finalidad de optimizar el análisis o la partición de la muestra se pretende emplear métodos de agrupamiento, como es el caso del Método K-means. Si el estudiante pertenece a la generación Baby Boomer solo hay que estar en contacto continuo con ellos ya que suelen ser constantes y dedicados en un 70%, en cambio, en las Generaciones Millenials y X se le debe ofrecer un mayor apoyo académico a lo largo de sus estudios, ya que su comportamiento en reprobación se extiende hasta el final de la carrera, y en el caso de la Generación 2.0 es importante tener presencia con

ellos en la primera parte de su trayectoria con el fin de prevenir el abandono escolar.

El análisis desarrollado en este trabajo, sirve de pilar para generar un estudio del seguimiento en el alumno virtual, desde un nuevo enfoque; con la finalidad de reducir el porcentaje de reprobación y una vez conociendo que la mayor población de estudiantes con la que cuenta IGTI está dentro de la generación Millennials, es importante generar estrategias en base a las preferencias de dicha generación.

Una gran ventaja que presenta la carrera de IGTI es contar con tres generaciones que se inclinan por el gusto en la tecnología, situación que se pone de manifiesto en la estabilidad en los porcentajes de aprobación.

## REFERENCIAS

- [1] Martínez, B. (2015). Gestión de la diversidad generacional. Disponible en [https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/750729/mod\\_resource/content/1/Informe-Gesti%C3%B3n-de-la-Diversidad.-cap%C3%ADtulo-1-Empresas-BD.pdf](https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/750729/mod_resource/content/1/Informe-Gesti%C3%B3n-de-la-Diversidad.-cap%C3%ADtulo-1-Empresas-BD.pdf)
- [2] Nielsen (2015). Estilos de vida generacionales. Disponible en <https://www.nielsen.com/content/dam/nielsen-global/latam/docs/reports/2016/EstilosdeVidaGeneracionales.pdf>

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## **Evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual del SUVUAGro**

Víctor Campos Salgado  
Universidad Autónoma de Guerrero  
(+52) 7471415207  
vcamposs@uagrovirtual.mx

José Efrén Marmolejo Valle  
Universidad Autónoma de Guerrero  
(+52) 7471268037  
jmarmolejov@uagrovirtual.mx

María Guadalupe Corral Chino  
Universidad Autónoma de Guerrero  
(+52) 747 117 5952  
mariagc@uagrovirtual.mx

Pavel Ernesto Alarcón Ávila  
Universidad Autónoma de Guerrero  
(+52) 7471256516  
pavel\_alarcon@uagrovirtual.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### **RESUMEN**

El presente artículo describe el proceso de aplicación de un instrumento de evaluación aplicado a estudiantes que cursan Unidades de Aprendizaje (UAp) en modalidad virtual en el Sistema de de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero (SUVUAGro). El instrumento fue aplicado para identificar la situación actual del proceso de enseñanza-

aprendizaje en modalidad virtual. A partir de estos resultados generar un plan de acción de mejora al proceso de aprendizaje y reducir la deserción escolar en nivel medio superior y superior de los Programas Educativos ofertados en esta modalidad por el SUVUAGro.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## ABSTRACT

This article describes the process of applying a five-category multiple choice assessment instrument to students of the Virtual University System of the Autonomous University of Guerrero (SUVUAGro) with the central objective of enhancing the teaching-learning process and intervening in effective way in the teaching-learning process in the virtual modality thus promoting constant and permanent participation in learning environments. Avoiding high school dropout and higher in the educational programs offered e-learning.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Tendencias, retos y tecnologías en la educación.

## Términos Generales

Innovación educativa, Capital humano.

## Palabras clave

Educación virtual, deserción escolar en línea, Evaluación en el proceso de enseñanza aprendizaje

## Keywords

Virtual education, online school dropout, Evaluation in the teaching-learning process

## INTRODUCCIÓN

Retomando la aplicación de la oferta educativa haciendo uso de las TIC, la UNESCO destaca que “El aprendizaje abierto y a distancia y el uso de las TIC ofrecen oportunidades de ampliar el acceso a la educación de calidad en particular cuando los recursos educativos abiertos son compartidos fácilmente entre varios países y establecimientos de educación superior”. Así mismo, asegura que “la aplicación de las TIC a la enseñanza y el aprendizaje encierra un gran potencial de aumento del acceso, la calidad y los buenos resultados.” (Unesco, 2009)

La evolución de la educación a distancia hacia la educación virtual viene con grandes retos. Uno de los más notorios es la adopción de las nuevas tecnologías en las instituciones educativas otro de los retos es contar con un plan de acción para incursionar en modalidad virtual. Para adecuar la organización a las nuevas necesidades de servicios educativos que plantea el entorno social, en 2013 la UAGro reformó su estructura

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

académico administrativa incorporando, entre otras dependencias, a la Coordinación General de la Universidad Virtual y en sesión del 20 de marzo de 2015 el H. Consejo Universitario aprobó su transformación a Sistema de Universidad Virtual a cargo de la mencionada Coordinación. Esta instancia para efectos operativos se denomina UAGro Virtual. (UAGro, 2016)

En la Coordinación General de Universidad Virtual se comenzó con la capacitación del personal académico y administrativo para dar inicio las Materias, hablando en términos institucionales Unidades de Aprendizaje (UAp) de la Etapa de Formación Institucional (EFI) de la Universidad Autónoma de Guerrero

(UAGro), posteriormente se realizaron las gestiones pertinentes para crear el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero (SUVUAGro) logrando su aprobación en 2015 por el H. Consejo Universitario de la Universidad. A partir de ello el SUVUAGro tiene facultades para crear y ofertar Programas de Estudio ya sea de manera independiente o en coordinación con algunas facultades de la Universidad.

Desde que dio inicio con la oferta educativa de la EFI en septiembre de 2013 la UAGro no se había dando seguimiento mediante un instrumento de evaluación al proceso de enseñanza aprendizaje en 2017, a raíz de ello se planteó aplicar un instrumento.

Los principales autores en el proceso de enseñanza aprendizaje son: el Aprendiziente, Facilitador y Monitor Académico, donde, de acuerdo al Modelo Educativo de la UAGro:

*“El aprendiziente es el sujeto en proceso de formación, que se reconoce como un ser multidimensional y protagonista de su aprendizaje; un sujeto que construye los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que le permiten enfrentar de una manera competente y exitosa los desafíos de su contexto social e histórico, una persona que configura su proyecto de vida, al tiempo que interactúa con su contexto social y natural.”* (UAGro, 2013)

Así mismo, el facilitador es quien da seguimiento al proceso de enseñanza aprendizaje, retomando el modelo educativo de la UAGro.

*“El docente es el encargado de mediar, coordinar, facilitar y motivar altos niveles de logro en la realización de actividades educativas de los estudiantes, utilizando para ello contextos y ambientes reales, transversales y transferibles, con el propósito de desarrollar conocimientos, habilidades, actitudes y valores congruentes con el perfil de egreso deseable por la institución.”* (UAGro, 2013).

De acuerdo al modelo académico curricular y pedagógico del Sistema de Universidad Virtual de la UAGro el Monitor Académico da seguimiento a la gestión académica - administrativa de los facilitadores, atiende y resuelve problemas que puedan suscitarse en el uso del campus virtual por parte de

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

facilitadores y aprendientes, genera reportes de la gestión académica - administrativa de los facilitadores de las aulas virtuales, genera reportes específicos, en atención a las solicitudes del SUVUAGro, identifican necesidades de herramientas de gestión académica - administrativa del campus virtual e informan de las fechas académicas y administrativas importantes. (UAGro, 2016).

## OBJETIVOS

Identificar la situación actual del proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual del SUVUAGro

Generar un plan de acción para mejorar el proceso de aprendizaje en modalidad virtual para evitar la deserción.

## MARCO TEÓRICO

Para la parte de resultados el instrumento de evaluación aplicado a los aprendientes en modalidad virtual del SUVUAGro y como parte de potenciar las competencias digitales docentes para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual, se retoma la información del Horizont report 2017, el Marco Común de Competencia Digital Docente publicada en octubre de 2017 por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INFET) y los indicadores de calidad para apoyo docente publicado por el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en la Educación Superior a Distancia (CALED), donde recomienda

De acuerdo al resumen the NMC Horizon Report 2017 que presenta el Departamento de Proyectos Europeos Institucionales de Tecnologías Educativas y Formación de Profesorado (INTEF) describe que las tendencias a corto plazo es el aprendizaje mixto y el aprendizaje colaborativo, a mediano plazo es el: interés creciente en la medición del aprendizaje y rediseño de espacios de aprendizaje y a largo plazo: avances de la cultura de la innovación y enfoques del aprendizaje profundo. Dentro del rubro de desafíos se categorizan en solucionables, difíciles y muy difíciles. Dentro de los solucionables se encuentra la alfabetización digital y la integración del aprendizaje formal e informal, en los difíciles se encuentra la brecha de resultados y la consecución de la igualdad digital y finalmente en la categoría muy difícil se menciona la gestión de la obsolescencia de los conocimientos y replanteamiento del rol de los docentes. (Horizont, 2017)

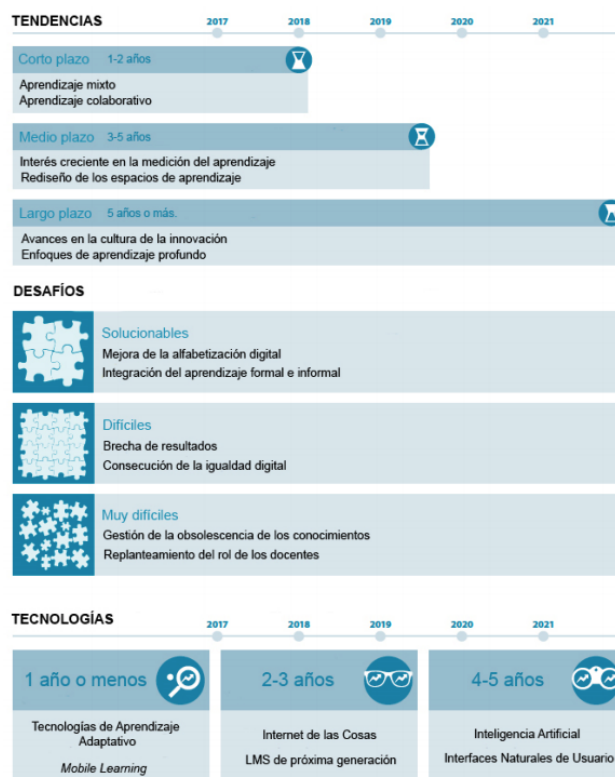


Fig. 1. Imagen adaptada de la original incluida en The NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition

El marco común de Competencias Digitales Docentes menciona cinco competencias a desarrollar en los docentes: Información y alfabetización informacional, comunicación y colaboración, creación de contenidos digitales, seguridad y resolución de problemas.

Por otra Parte el CALED menciona que “A menudo las instituciones asocian “técnico” con “tecnología de la información”, y se comete, frecuentemente, el error de alojar la asistencia técnica para el desarrollo del curso y de la enseñanza en línea dentro de los departamentos de Tecnologías de la Información. El soporte técnico se le podría proporcionar al sistema de gestión de cursos, desarrollo de páginas web, grabaciones de audio y video, desarrollo gráfico y tecnologías emergentes. El apoyo también debe ser contextual, basado en la pedagogía de fácil acceso, y se ajustará a la estructura general de la organización para maximizar la eficiencia y los recursos. Además, se debe otorgar apoyo y capacitación para la pedagogía de la enseñanza en línea. (OLC-CALED, 2015)

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Se aplicó un instrumento de evaluación con las siguientes categorías: Gestión administrativa, sobre el campus virtual, sobre el material educativo de los programas, sobre el facilitador y finalmente el Monitor Académico.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En la primera categoría se hace alusión al proceso administrativo, desde la difusión del Programa de Estudio (PE), dificultades en el proceso de registro, la interacción entre el personal administrativo para dar seguimiento al proceso de inscripción, alta de Unidad de Aprendizaje (UAp) en los periodos lectivos e información de fechas de inicio de la o las UAp.

La segunda categoría consiste en identificar el nivel de percepción acerca de la usabilidad del campus virtual del Sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero (SUVUAGro) la comunicación que existe entre los actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje: aprendiente Facilitador, aprendiente aprendiente, aprendiente Monitor Académico, aprendiente soporte de ayuda, aprendiente control escolar.

La tercera categoría es con respecto al diseño del contenido de las UAp, que va desde libros con licencia creative commons, material diseñado por los expertos en contenido, material diseñado por Facilitador, si las indicaciones de las actividades son claras y el contenido de la UAp contribuye al perfil de egreso del PE.

La cuarta categoría hace referencia nivel de atención del aprendiente y dominio de los temas del facilitador y finalmente la quinta categoría consiste en identificar el seguimiento proporcionado por el Monitor Académico al aprendiente.

Para efectos de presente documento solo describiremos la categoría de la evaluación hacia el Facilitador, Monitor Académico y los recursos multimedia.

## RESULTADOS

### *Categoría de la evaluación del facilitador por parte de los aprendientes.*

En la evaluación de los aprendientes hacia el facilitador con respecto a la intervención en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual puede apreciarse un perfil promedio de la valoración desde muy buena, buena, regular y mala en las categorías de dominio del tema, orientación, seguimiento, retroalimentación y material de apoyo proporcionado.

Bajo esta dinámica se menciona el 56.30% de los facilitadores demuestran dominio del tema en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual, sin embargo, la gran mayoría de los docentes requieren aprender estrategias de transmitir y demostrar sus conocimientos haciendo uso de herramientas web 2.0, trabajo colaborativo en ambientes virtuales de aprendizaje y estrategias de enseñanza en modalidad virtual.

Con un 53.10% de promedio acerca de la orientación hacia los aprendientes se destaca que cumple con la resolución de dudas que se generan durante la consulta de los temas y realización de actividades, sin embargo es necesario que el resto del promedio

de los facilitadores cuenten con el dominio del identificar las herramientas web 2.0 que le permitan orientar a los aprendientes de manera oportuna.

Los aprendientes consideran en promedio 43.80% de los facilitadores tienen las competencias para dar un muy buen seguimiento al momento de la participación en las actividades y dar sugerencias en la interacción en el campus virtual.

El 45.30% de los facilitadores proporcionan retroalimentación a estudiantes después de haber enviado sus actividades. Esto significa que el resto de los facilitadores solo califican y no proporcionan una retroalimentación de los trabajos y no justifican la calificación obtenida en las actividades proporcionadas por los aprendientes. Ante esta situación es necesario que los facilitadores conozcan el rol del facilitador en modalidad virtual que se encuentra plasmada en el modelo académico curricular y pedagógico del SUVUAGro.

Finalmente en promedio el 43.80% de los facilitadores proporciona material adicional muy relevante para complementar los temas que se encuentran en el campus lo que implica que el resto de los facilitadores necesitan establecer nuevas estrategias para proporcionar material adicional y estrategias en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual.



	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Dominio del tema	0.00%	3.10%	40.60%	56.30%
Orientación	3.20%	10.90%	32.80%	53.10%
Seguimiento	4.70%	14.10%	34.40%	46.80%
Retroalimentación	4.70%	12.50%	37.50%	45.30%
Material de apoyo	1.60%	9.40%	45.20%	43.80%

### *Categoría de evaluación del aprendiente hacia el monitor académico*

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En la evaluación de los aprendientes hacia el Monitor Académico con respecto a la intervención en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual, puede apreciarse un perfil promedio de la valoración desde muy buena, buena, regular y mala en las categorías de interacción, estrategias de mejora, trayectoria, participación y comunicación.

Se menciona que el 37.86% de los monitores académicos tienen una muy buena interacción en el transcurso del periodo lectivo en turno, sin embargo el porcentaje restante requieren adquirir estrategias que les permitan alcanzar una interacción más significativa para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual.

Un 41.35% de los monitores proponen estrategias de mejora para los aprendientes para potenciar el aprendizaje en los entornos virtuales de aprendizaje sin embargo es importante que el resto de los monitores identifiquen las estrategias necesarias para ayudar a los aprendientes.

Con respecto a la trayectoria escolar el 39.42% cuenta con los elementos necesarios para identificar la trayectoria individual del estudiante y le informa sobre los aspectos que necesita atender para ser regular y evitar atender las actividades en turno, pero el resto de los monitores tienen ciertas dificultades para identificar e informar en tiempo y forma para evitar la reprobación y/o deserción en el proceso.

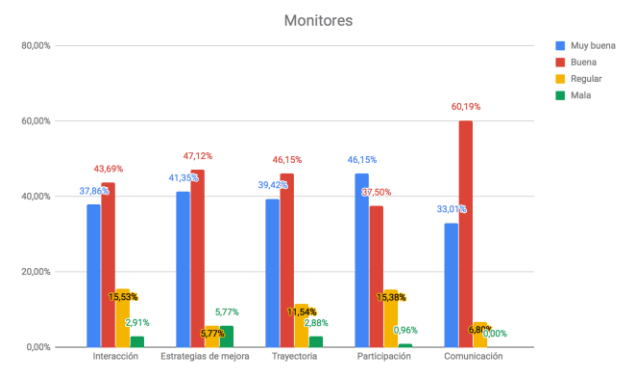
El 46.15% de los monitores tiene una muy buena participación activa y notoria por los aprendientes, por lo que es importante que el 100% de ellos tenga una participación activa que les permita al aprendiente que la figura del monitor académico impacte en su formación académica de forma positiva. y finalmente el 33.01% de los monitores mantiene una comunicación desde el inicio hasta la conclusión del periodo lectivo. Esto significa que el resto de los monitores necesita capacitación para que su participación sea más notoria en el proceso de aprendizaje en modalidad virtual.

## Categoría de evaluación de los recursos multimedia por parte del aprendiente

Los recursos multimedia son una parte fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje en la educación a distancia o virtual. No se trata de solo agregar libros escaneados o digitales, documentos en formato de PDF, o vídeos encontrados en la red. Los recursos multimedia educativos deben considerar los distintos estilos de aprendizaje, además estos deben contener una explicación lo más clara posible.

De acuerdo al instrumento de evaluación aplicado a los estudiantes que cursan el bachillerato, la Etapa de Formación Institucional, la licenciatura en Gestión del Capital Humano e Ingeniería en Computación en modalidad virtual, consideran lo siguiente: el 49.07% considera que el diseño de los recursos educativos que presenta la UAGro Virtual en las UAp tiene una calidad muy buena, el 39.81% de ellos consideran que la calidad es buena, sin embargo, el 11.11% indica que la calidad es regular. De los aprendientes que consideran que la calidad es regular es porque hay algunos temas que necesitan más de explicación por medio de comunicación síncrona moderada por el facilitador titular de la UAp. Esto implica que el docente debe estar más atento en el proceso de enseñanza aprendizaje para garantizar que los aprendientes en el proceso de enseñanza aprendizaje en esta modalidad.

De acuerdo al material proporcionado por los facilitadores, el 78.7% considera que el material es de muy buena calidad, el 16.67% considera que es buena y el 4.63% que esta es regular. Con respecto a esta información podemos decir que es necesario plantear realizar un curso de capacitación a los docentes con la orientación hacia el diseño de material adicional pertinente de acuerdo al proceso de enseñanza aprendizaje. En definitiva la valoración en general del aprendiente hacia los recursos educativos multimedia, tanto del campus virtual como del docente: el 60.19% considera que es muy buena, el 37.96% que es buena y el 1.85% que es regular.

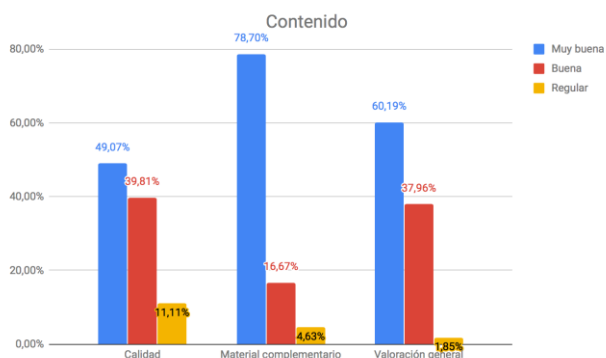


	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Comunicación
Interacción	37,86%	43,69%	15,53%	2,91%	37,50%
Estrategias de mejora	41,35%	47,12%	5,77%	5,77%	60,19%
Trayectoria	39,42%	46,15%	11,54%	2,88%	6,80%
Participación	46,15%	37,50%	15,38%	0,96%	0,00%
Comunicación	33,01%	60,19%	6,80%	0,00%	0,00%

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Comunicación
Interacción	37,86%	43,69%	15,53%	2,91%	37,50%
Estrategias de mejora	41,35%	47,12%	5,77%	5,77%	60,19%
Trayectoria	39,42%	46,15%	11,54%	2,88%	6,80%
Participación	46,15%	37,50%	15,38%	0,96%	0,00%
Comunicación	33,01%	60,19%	6,80%	0,00%	0,00%

[4] OLC - CALED. (2015). El Proceso de Garantía de Calidad para la Educación en Línea y a Distancia OLC /CALED. Estados Unidos de América: International Standard Book Number.

[5] UNESCO. (5-8 de 05 de 2009). Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura : [http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado\\_es.pdf](http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf)

## CONCLUSIONES

Si bien es claro en el resultado sobre el esfuerzo que realiza el SUVUAGro para impulsar la educación a distancia en la Universidad Autónoma de Guerrero, se propone capacitar a los docentes y Monitores Académicos mediante cursos de formación continua, primeramente sobre cultura digital herramientas web 2.0 y estrategias de enseñanza aprendizaje en modalidad virtual, así como también dominio de la plataforma bajo el rol de Facilitador y Monitor Académico que le permita resolver dudas a los aprendientes durante el proceso educativo.

El diplomado que se plantea es: Prácticas Innovadoras en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje, donde el objetivo de este diplomado es conocer desde la historia de la Educación a Distancia, herramientas web 2.0 y estrategias de enseñanza aprendizaje en modalidad multimodal (mixta) y/o virtual y como producto transversal es la construcción de Una Unidad de Aprendizaje para poder ser ofertada en modalidad Multimodal y/o virtual

## REFERENCIAS

- [1] UAGro. (29 de agosto de 2016). Modelo Académico, Curricular Y Pedagógico Sistema De Universidad Virtual. Obtenido de UAGro Virtual: [virtual.uagro.mx](http://virtual.uagro.mx)
- [2] UAGro. (Noviembre de 2013). Modelo Educativo Hacia una educación de calidad con inclusión social. Obtenido de Universidad Autónoma de Guerrero: <https://www.uagro.mx/>
- [3] Horizont Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., & Ananthanarayanan, V. (2017). NMC horizon report: 2017 higher education edition (pp. 1-60). The New Media Consortium.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Fortalecimiento de las habilidades blandas mediante ambientes de aprendizaje virtuales

Yaqueline Garzón Rodríguez  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
Cl. 68D Bis A Sur N° 49F - 70  
Candelaria La Nueva IV Etapa  
(571) 3163655527  
ygarzonr@udistrital.edu.co

Luis Felipe Wanumen Silva  
Universidad Distrital Francisco José de  
Caldas  
Cl. 68D Bis A Sur N° 49F - 70  
Candelaria La Nueva IV Etapa  
(571) 3133528584  
luhofelipe20002000@gmail.com

Sonia Alexandra Pinzón N  
Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas  
Cl. 68D Bis A Sur N° 49F - 70  
Candelaria La Nueva IV Etapa  
(571) 3158791716  
salexpinzon@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El presente escrito pretende resaltar el Fortalecimiento de las Habilidades Blandas a través de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (FHBAVA), se inicia haciendo una revisión general de las habilidades blandas a manera de marco referencial, luego se hace una revisión de los elementos que esbozan la carencia y necesidad de las mismas, así como estrategias virtuales propuestas para potencializarlas. Con base en los anteriores elementos se resaltan algunos rasgos distintivos que se deben fundamentar en el aprendiz y que implican una innovación por parte del docente en educación superior y finalmente se enlistan

algunas herramientas que se considera pueden potenciar y fortalecer las habilidades blandas mediante ambientes virtuales de aprendizaje a manera de conclusiones y comentarios.

### ABSTRACT

This paper aims to highlight the strengthening of Soft Skills through Virtual Learning Environments (FHBAVA), begins by making a general review of soft skills as a reference framework, then a review of the elements that outline the lack and the need for them, as well as proposed strategies to empower them. Based on the above elements, some distinctive features that should be

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

based on the apprentice and implying an innovation by the teacher in higher education are highlighted and finally some tools that can enhance and strengthen the soft skills through virtual learning environments are highlighted way of conclusions and comments.

## Categorías y Descriptores Temáticos

Applied computing Education [Interactive learning environments].

## Términos Generales

Fortalecimiento de habilidades blandas, Ambiente virtual de aprendizaje, Rasgos distintivos de un aprendiz, Innovación docente en ambientes virtuales.

## Palabras clave

Habilidades blandas. Ambiente virtual de aprendizaje. Rasgos distintivos de un aprendiz, innovación docente en ambientes virtuales.

## Keywords

Soft skills. Virtual learning environment. Distinctive features of an apprentice, teaching innovation in virtual environments.

## INTRODUCCIÓN

Antes de plantear como podemos potenciar o fortalecer las habilidades blandas mediante ambientes virtuales de aprendizaje, es necesario indagar aspectos preliminares, resolviendo interrogantes como: ¿Qué es una habilidad blanda? ¿Cuáles son? ¿Por qué en la actualidad cobran sentido y son valoradas? ¿Cuál es la concepción actual en el contexto educativo y cuáles son sus características?

Lo humanidad está sujeta a las condiciones de un entorno que tiene cambios acelerados e indescifrables, tiempos modernos que requieren de personas capaces de renovar permanentemente sus conocimientos y disponer así de herramientas intelectuales y destrezas que le sean útiles en su gestión profesional y personal. Por lo anterior se considera de suma importancia el FHBAVA, dado en la actualidad se evidencia desde el sector educativo y productivo una carencia de habilidades blandas en los jóvenes, se identifican cuáles de ellas son las más requeridas y cómo se

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

78o. Congreso Internacional de Computación CICOM 208 (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, México. Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

pueden potencializar a través de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA). Luego respecto a los AVA's se presenta la relevancia de éstos desde el punto de vista de su aplicación a la educación resaltado el papel que tiene el docente como ente renovador caracterizando aquellos que se consideran más relevantes.

## MARCO REFERENCIAL DE HABILIDADES BLANDAS Y LA EVOLUCIÓN DE LOS AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

A nivel mundial el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's) hace que cambien muchos ámbitos y tal vez uno de ellos sino el más importante es el de la educación, no vista únicamente desde el aspecto profesional o disciplinar sino también desde el punto de vista personal; por ello que hace necesario mencionar el término Habilidades Blandas (HB), según [1] las HB son aquellas relacionadas con una educación en valores que promueven la ética del cuidado, el fortalecimiento de las relaciones humanas y el pensamiento creativo. De otra parte en [2] se definen HB como un conjunto de destrezas que permiten desempeñarse mejor en las relaciones laborales y personales. Ambas definiciones involucran al sujeto como aprendiz, de habilidades que le van a aportar en su formación integral.

En la actualidad en el mercado laboral se ha restado relevancia a los títulos con que pueda contar un posible aspirante, para enfocarse en el desarrollo de sus habilidades blandas. En [3] se encuentran tres grandes grupos para clasificar las HB; primer grupo: *Genéricas o Conductuales*, tales como habilidades de comunicación y Proactividad; segundo grupo: *Básicas o Esenciales* de las que se destacan trabajo en equipo y creatividad y un tercer grupo denominadas *Técnicas o Funcionales*: dentro de las que se encuentran liderazgo y manejo de las TIC's.

- Marco Conceptual de Habilidades Blandas

A continuación se relacionan las HB más mencionadas partiendo de la clasificación previamente mencionada, ver Figura 1

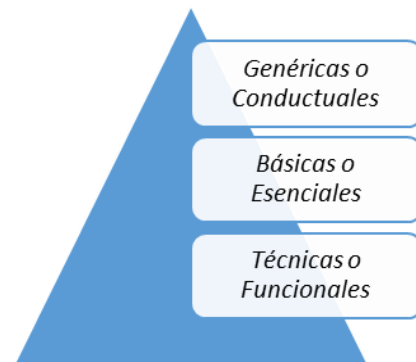


Figura 1 Clasificación de las Habilidades Blandas, HB Fuente: Autores

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Del primer grupo se destaca la habilidad de comunicación, que según [4] se concibe como la aptitud para transmitir mensajes oportunos y unívocos, independientemente del canal o la forma de comunicación que se elija, sin centrarse en revisar su expresión oral clara y fluida. Respecto a la proactividad o iniciativa, se considera una competencia personal, que nace de la motivación del individuo y que radica en la capacidad de actuar con premura y anticipación para tomar decisiones que le permitan cumplir un objetivo.

Del segundo grupo se precisa que el trabajo en equipo, es la filosofía del esfuerzo y los logros compartidos y un compromiso explícito con una colectividad antes que con personas consideradas en lo individual [4].

Respecto a la creatividad se encuentran igualmente clasificadas dentro de las habilidades personales y que están directamente relacionadas con la autoregulación, para sentirse cómodo con las nuevas ideas y enfoques.

Y del tercer grupo se cita la habilidad de liderazgo que en [4] se define como la capacidad de un individuo para constituirse en cabeza de grupo, teniendo presente que los líderes son aquellos que inciden en los comportamientos y pensamientos de otras personas, sin que necesariamente exista un vínculo entre ambas partes.

De manera intencional se ha dejado de última la habilidad de manejo de las TIC's, ya que está vinculada con el objetivo de aprender de manera no formal, es decir, de manera autónoma, o aprender de manera formal mediante un proceso de aprendizaje.

Para ambos casos se hace necesario mencionar los ambientes de aprendizaje, entendidos conforme a [5] como los espacios en los cuales se desarrollan los procesos de aprendizaje y de enseñanza, los cuales también están evolucionando de forma rápida y efectiva conformen lo hacen las TIC's. Las nuevas generaciones son afectadas cada vez desde más temprana edad, por la inclusión de las diferentes tecnologías en su vida cotidiana.

La transformación de los ambientes de aprendizaje es una necesidad clara en los entornos educativos, los cuales para enriquecer sus procesos deben incorporar el desarrollo y fortalecimiento de habilidades blandas y el uso pedagógico de las TIC's aspectos que están implícitos en la formación de cualquier individuo y que deben confluír para la formación de las nuevas generaciones, en especial en este país,

Con base en lo anterior se hace necesario hablar de los ambientes virtuales de aprendizaje y realizar una breve reseña histórica de los mismos.

- Reseña histórica de los Ambientes virtuales de Aprendizaje

Para hablar de los ambientes virtuales de aprendizaje se hace necesario primero mencionar la Educación a Distancia (EaD) que data su origen de finales del siglo XIX en Europa, esta práctica formativa ha venido tomando un protagonismo creciente en las estrategias educativas a nivel superior. Surge ante la necesidad de ofrecer oportunidades educativas más allá

de limitaciones geográficas y temporales; determinada ésta a su vez por la tecnología disponible

Moore y Kearsley [6] (2012, p. 43) han determinado cinco generaciones diferenciadas por los mediadores tecnológicos disponibles en cada momento histórico.

- ✓ En la primera de esas generaciones, la comunicación entre profesores y alumnos se establecía por correspondencia, fue la base de la educación remota individualizada
- ✓ La siguiente generación incorporó las dimensiones visual y auditiva propias de la radio y la televisión como medio para proporcionar información a los alumnos, aunque manteniendo la forma de comunicación entre estos y los profesores a través del correo postal.
- ✓ La tercera generación surgió a través de la integración de los medios de las anteriores etapas, audio, video y correspondencia tradicional, sumando además tutorías presenciales.
- ✓ En la cuarta generación de EaD nacieron las primeras interacciones en tiempo real entre los participantes de un proceso formativo, pudiéndose realizar a través de teleconferencias interactivas con audio y video.
- ✓ Respecto a la quinta generación se identifican todos aquellos como los actuales o Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) ó AVA. En la Figura 2 se sintetizan los cambios tecnológicos producidos en los EaD, tomando las fechas del trabajo de Edith Litwin [7]



Figura 2 Evolución tecnológica de la EaD. Fuente: Autores a partir de [7]

## DESARROLLO DE AVA QUE CONTEMPLA EL FORTALECIMIENTO DE HB.

El FHBAVA demanda contenidos digitales que introduzcan variedad de estímulos capaces de captar la atención del aprendiz, mantener su interés durante todo el proceso de aprendizaje, esto sin perder de vista el objetivo último de los mismos: satisfacer

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

las necesidades de aprendizaje de aquellos a quienes van dirigidos. El desarrollo de AVA es de suma importancia, exige planificación y diseño de sus contenidos, así como la elección de las herramientas tecnológicas más adecuadas, todos planteados de manera estratégica para potencializar una formación integral.

Por lo anterior se enfatiza en que la educación debe plantearse cambios para adaptarse a las necesidades actuales, así como a las necesidades futuras, por ello la importancia de contemplar para la creación y distribución de AVA el tema de las HB y sus diferentes utilidades.

- ✓ Contenidos digitales y procesos de aprendizaje [8]

La elaboración de AVA con fuerte presencia del factor TIC, varía en función del enfoque pedagógico propuesto para el diseño de la acción formativa. Por ello en ocasiones, el material educativo multimedia ocupará un papel fundamental en el desarrollo del curso y comprenderá objetivos, contenidos, actividades de evaluación, etc. Sin embargo, en otros casos, la acción formativa incluye recursos diversos, actividades colaborativas y de comunicación, materiales complementarios, etc. Se propone entonces siempre establecer un balance que no otorgue mayor o menor protagonismo al material educativo o al fortalecimiento de HB, fundamentándose siempre en criterios didácticos y pedagógicos, sin caer nunca en extremos como crear contenidos atractivos basados en captar aprendices por la fascinación tecnológica.

En términos generales entonces los contenidos digitales propios para el FHBAVA, deben cumplir las características dadas en la Figura 3.



Figura 3. Características de contenidos digitales. Fuente [8]

En [9] se distinguen tres tipos de interacciones en los AVA's: entre el aprendiz y los contenidos digitales (espacio académico o tema de interés); entre los aprendices y el tutor o profesor y entre los aprendices con sus pares. De lo anterior es importante resaltar que cada uno de estos agentes que interactúan deben cumplir unos requisitos dentro del modelo educativo para el FHBAVA.

- El aprendiz o estudiante

Es importante recalcar que para FHBAVA se requiere del aprendiz unos rasgos distintivos dentro del modelo de educación virtual que consolide sus valores éticos, es decir, aquellos que involucran también el compromiso de conducirse solidaria, recta y humanamente, ver Figura 4.



Figura 4. Rasgos distintivos del aprendiz a fortalecer Fuente: Autores

- Contenidos digitales de las AVA

Los contenidos educativos a utilizar tanto en AVA's como en contextos TIC deben atender a la estructura descrita en la Figura 5.

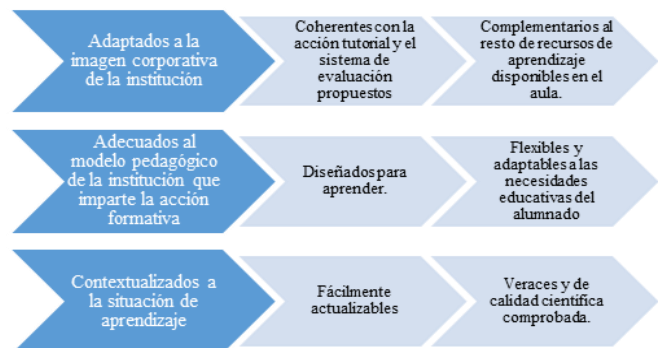


Figura 5. Requisitos de estructura para un contenido digital de un AVA. Fuente: Autores a partir de [8]

- El tutor o docente

El profesorado debe ser innovador como agente autónomo y crítico comprometido con el análisis y la transformación de las prácticas educativas, debe asumir ciertos riesgos pero con entusiasmo sin olvidar que la enseñanza y el aprendizaje son experiencias racionales y emocionales, donde los pensamientos

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

viajan junto a los sentimientos, de allí que no se pueden desligar las HB en un proceso de formación y por ello se puede dar un FHBAVA. En la Figura 6 se muestran los rasgos distintivos de un tutor.



Figura 6. Rasgos distintivos del aprendiz a fortalecer Fuente: Autores

Para terminar esta sección es importante resaltar que la integración de la tecnología de manera ordenada y planeada para el FHBAVA es de fundamental tanto para el aprendiz o estudiante como para el tutor o docente. En el caso de los aprendices según [2] se hace referencia a instruirlos en la manera correcta y educativa de usar la tecnología. Es fundamental fortalecer el empleo de la tecnología en la gestión de información lo que puede resultar de utilidad para el aprendizaje y para socializar el conocimiento y para el caso de los tutores o docentes su empleo fundamental es como medio de enseñanza-aprendizaje y de orientar al aprendiz en su uso para la gestión de información (aprendizaje informal) y el trabajo colaborativo.

## ANTECEDENTES DEL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES BLANDAS MEDIANTE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE, FHBAVA

Los programas de aprendizaje a distancia cada vez se desarrollan más en diferentes medios y espacios. La creación de nuevas tecnologías y desarrollo de innovaciones relacionadas con estos avances se ha visto incrementada año tras año en las últimas dos décadas, una gran muestra de ellos son los programas virtuales que se desarrollan a todo nivel, educación no formal, pregrado o posgrado. A partir de [11] se encuentra que las competencias o habilidades interpersonales relacionadas con los ambientes de aprendizaje virtual que desarrollan los estudiantes que cursan programas en línea de nivel de posgrado son: liderazgo, paciencia, respeto, seriedad, empatía, generosidad y tolerancia; todas éstas son parte del desarrollo que debe tener cada individuo para mejorar sus procesos de cooperación e interacción social

Esta clase de investigaciones se han incrementado porque en los últimos años, las habilidades blandas tomaron mayor vigencia debido a la creciente tendencia al trabajo interdisciplinario y sinérgico entre áreas de las empresas. También adquirieron importancia porque se las identifica como el factor que determina aquello que se hace con las habilidades duras o propias de una disciplina.

En [3] se realiza un estudio bajo la hipótesis de que es posible entrenar las competencias o habilidades blandas, y que los efectos positivos son inmediatos aunque relativamente modestos.

Finalmente es cabe resaltar que en los sistemas educativos del mundo occidental, la educación formal poseen diferente prestigio. Por ejemplo, las matemáticas y las lenguas están muy bien valoradas, luego se tienen las humanidades y, por último, las más subestimadas, pero no menos importantes se encuentran las artes. En estas escuelas se les enseña danza a los niños todos los días, de la misma forma que se les enseña matemáticas. Lo anterior ha provocado que las capacidades que poseen niños y niñas desde su nacimiento, es decir, el cultivo de la creatividad, el cuidado de las personas, el aprender a tomar decisiones y el fortalecimiento de las relaciones humanas, paulatinamente se vean fortalecidas en la educación formal.

A Nivel de América latina sucede lo contrario no se dedica tiempo a esta clase de habilidades y se están educando a las personas para que olviden valores valiosos para enfrentar al desafío de una sociedad globalizada: valores como la flexibilidad, la adaptación, la adecuación, el diálogo, la negociación, la colaboración y la conciliación, entre otros.

## HERRAMIENTAS QUE FORTALECEN LAS HABILIDADES BLANDAS MEDIANTE AMBIENTES VIRTUALES

Se hace necesario utilizar los contenidos digitales y tecnología apropiadamente para lograr que el estudiante aprenda un cierto tema, lo cual debe hacerse de la mano de la psicología y la pedagogía contemporáneas. [12].

Según el "cono de Edgar Dale" [13] se consideran que retenemos solo un 10% de lo que leemos, frente a un 90% de lo que hacemos, esta representación se encuentra en la Figura 7.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

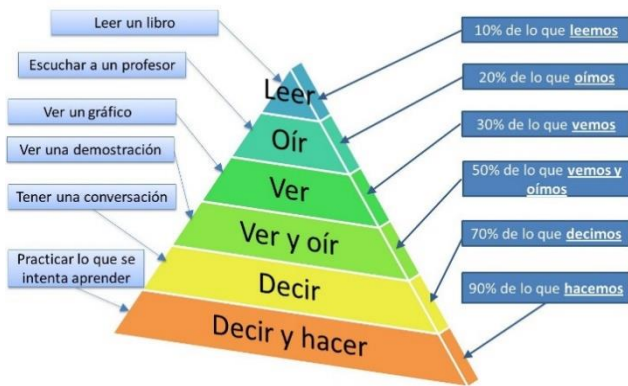


Figura 7 Cono del aprendizaje. Fuente [13]

De acuerdo a lo anterior es necesario revisar que debe contener un material de aprendizaje virtual ya que tiene que facilitar al estudiante la adquisición de nuevos conocimientos, nuevas habilidades y nuevas actitudes sobre una temática específica. En consecuencia, el punto de inicio para la elaboración de la estructura del material no es el contenido, sino los objetivos de aprendizaje, dentro de esos objetivos se enlistan:

- ✓ Aprender a aprender.
  - ✓ Construir aprendizajes.
  - ✓ Establecer relaciones entre los diferentes conocimientos presentados.
  - ✓ Profundizar en los conocimientos.
  - ✓ Analizar los conocimientos desde diferentes perspectivas.
  - ✓ Facilitar el control del proceso de aprendizaje.
  - ✓ Aprender a analizar y aplicar los conocimientos existentes.
  - ✓ Estimularlo y motivarlo por su presentación y estructura.
  - ✓ Facilitar la transferencia de lo adquirido
- Elección de las tecnologías

Las nuevas aportaciones tecnológicas dan la posibilidad de integrar en un mismo material diversos medios, que aportan al contenido y al diseño un complemento adicional sobre lo que se va a transmitir. En este punto es donde hay de tener en cuenta las limitaciones técnicas y pedagógicas que hay que considerar para concebir el diseño general de éste.

Los recursos multimedia no deben ser un valor añadido al formato convencional del material, sino que deberán responder a una lógica que facilite la participación del usuario en la construcción del conocimiento, mediante la elección de rutas específicas.

Los medios con los que se cuenta, fundamentalmente, para la creación de materiales educativos multimedia son:

- El audio.
- El vídeo.
- La animación.
- La ilustración.
- Los hipertextos, hipermedia y multimedia.
- Los sitios web.

Una de las principales características de la formación online es la interacción entre los participantes en la acción formativa. Esta comunicación puede producirse a través de diferentes herramientas de comunicación integradas en el sistema de gestión de aprendizaje utilizado en la formación o a través de herramientas externas al mismo.

El e-Learning, entendido como un proceso educativo mediado por las tecnologías informáticas que permite la implementación de nuevas herramientas didácticas para mejorar el proceso de aprendizaje; enfocándose hacia la enseñanza por medio de Internet. Las herramientas de comunicación empleadas en proceso de formación, se pueden clasificar en síncronas o asíncronas, dependiendo del momento en que se produzca la interacción.

Herramientas síncronas son aquellas en las que la interacción entre emisor y receptor se produce en tiempo real. Los participantes deben estar conectados en el mismo momento.

Estas herramientas se caracterizan porque:

- ✓ Son independientes del lugar. Emisor y receptor no tienen por qué encontrarse físicamente en el mismo espacio.
- ✓ Son simultáneas en el tiempo. Todos los participantes en la conversación deben estar conectados en el mismo momento.
- ✓ La comunicación puede ser grupal o persona a persona.
- ✓ El intercambio de información puede realizarse de forma oral o escrita.
- ✓ Permiten el intercambio de ficheros de forma simultánea a la conversación.

Herramientas asíncronas. La interacción no se produce en tiempo real, por lo que los participantes no tienen por qué estar conectados en el mismo momento.

Sus principales características son:

- ✓ Independencia del lugar. Las personas que participan en el proceso de comunicación no tienen por qué encontrarse en el mismo espacio físico y pueden

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

mantener una conversación desde cualquier lugar con conexión a Internet

- ✓ Independencia del tiempo. No requieren de la conexión simultánea de los participantes en la conversación, por lo que el intercambio de información es más lento pero más reflexivo, ya que permite la lectura detenida de los mensajes recibidos y la preparación concienzuda de las respuestas dadas.
- ✓ Se basan, por lo general, en mensajes de texto.
- ✓ Pueden ser grupales o individual.
- ✓ Permiten el intercambio de ficheros en diferido

En la Tabla 1 se relacionan las herramientas de comunicación más empleadas en AVA y que involucran el fortalecimiento de Habilidades Blandas.

Herramientas de Comunicación Sincrónica	herramientas de comunicación asincrónica
Chat	Correo electrónico,
Pizarra virtual	Foros

Tabla 1 Herramientas de comunicación empleadas en AVA. Fuente: Autores

Por otra parte es importante enlistar las herramientas de trabajo colaborativo y construcción de conocimiento (WEB 2.0)

Dentro de los que se encuentran en auge

- ✓ Gestores de contenido: Wikis Blogs
- ✓ PLE o PLN.
- ✓ Agregadores RSS.
- ✓ Marcadores sociales.
- ✓ Redes sociales.
- ✓ Curación de contenidos.
- ✓ Mooc.

## CONCLUSIONES

El trabajo en grupo favorece los intercambios de conocimiento y el trabajo participativo habilidades blandas que son imprescindibles. Los alumnos confrontan ideas y el aprendizaje es más activo mejorando la atención. La exposición fomenta así la autocritica y provoca reflexiones sobre la materia. Se mejora la asistencia y la retención de contenidos. Permite resolver directamente las dudas sobre los problemas resueltos. Este procedimiento les obliga a manejarse con las tecnologías de la información lo cual es fundamental para desarrollar capacidades de autoaprendizaje. La colocación en la plataforma SWAD, tanto de enunciados como del material generado en los trabajos, fomenta la interacción docente, el análisis y el aprendizaje colectivo. Mejora la autonomía y autoestima del alumno cuando se siente capaz de resolver sus propios problemas. El hablar en

público desarrolla también su capacidad de comunicación. Refuerza habilidades sociales que se adquieren en el trabajo en grupo (importantísimas para en el desarrollo profesional). En definitiva es más motivadora y enriquecedora para el alumno. Es resaltable también que el material generado por los alumnos en forma de presentaciones resulta de interés para el resto de compañeros y puede formar parte del material docente de la asignatura. El profesor tiene la función de orientar a los alumnos en el uso de recursos y herramientas necesarias para explorar su entorno pero son los estudiantes los que deben sentirse protagonistas.

Con las anteriores conclusiones se puede notar que el espectro de modelos para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje es bastante grande y depende de la prioridad que se le den a las características y del tipo de ambiente virtual que se desee desarrollar, todo esto sin mencionar que si quisiéramos añadir rigurosidad al asunto se haría necesario establecer un estudio previo sobre el tipo de ambiente virtual que se desarrollara basado en la población usuaria del ambiente y que se beneficiaría del mencionado ambiente virtual.

Cuando se hace el trabajo de escoger el modelo para el diseño de ambiente virtual de aprendizaje queda en claro que es tan complejo el desarrollo de dicho modelo como el diseño del ambiente virtual en sí mismo y mucho más complejo el desarrollo del ambiente virtual con lo cual en la práctica se aconseja priorizar las características relevantes e ir mejorando el ambiente virtual a medida que las necesidades pedagógicas lo ameriten o que la tecnología permita que estas adaptaciones no sean tan complejas

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a los docentes de la Universidad Distrital que han hecho aportes para enriquecer el presente artículo y agradecimientos a la Universidad Distrital por darnos el tiempo necesario para la realización del artículo y la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] María Rosa Buxarrais Estrada "NUEVOS VALORES PARA UNA NUEVA SOCIEDAD. UN CAMBIO DE PARADIGMA EN EDUCACIÓN" Facultad de Educación. Universitat de Barcelona .Fechas de recepción y aceptación: 8 de marzo de 2013, 3 de abril de 2013
- [2] Carlos Ernesto Ortega Santos "El desarrollo de habilidades blandas desde edades tempranas" 2017, Samborondón Ecuador, Universidad ECOTEC.
- [3] Marcos Singer, Ricardo Guzmán, Patricio Donoso "Entrenando Competencias Blandas en Jóvenes" 2009, Chile. Escuela de Administración Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [4] Competencias directivas en escenarios globales puga Villareal Julianny Martinez serna Luis, Cali Colombia, 2008. Universidad ICESI, estudios gerenciales Vol. 24

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [5] Correa Zabala Francisco José. "Ambientes de Aprendizaje en el Siglo XXI" Universidad de Antioquia Medellín, Colombia Especialista en Sistemas de Información. Universidad EAFIT .. Doctor en Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software. Universidad Politécnica de Valencia. Línea I + D en Informática Educativa UNIVERSIDAD EAFIT
- [6] Moore y Kearsley (2012, p. 43)
- [7] Edith Litwin (2000, pp. 17-18):
- [8] M. Plaza "Uso de ambientes virtuales y selección de parámetros de medidas en la aplicación para el tratamiento de fobias". Revista Ingeniería y Desarrollo. Numero 23. Enero - Junio 2008. [En línea] [Consultado febrero 2010] Disponible en [http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria\\_desarrollo/23/2\\_Uso%20de%20ambientes%20virtuales.pdf](http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/23/2_Uso%20de%20ambientes%20virtuales.pdf)
- [9] [http://antia.usal.es/sharedir/tutoriales/CreacionContenidosv2/contenidos\\_digitales\\_y\\_procesos\\_de\\_aprendizaje.html](http://antia.usal.es/sharedir/tutoriales/CreacionContenidosv2/contenidos_digitales_y_procesos_de_aprendizaje.html)
- [10] Moore (1993, pp. 20-23) Oltolina Giordano, Maria Teresa "La formación de competencias digitales de estudiantes de profesorado universitarios: La estrategia de e-actividades en un modelo de aula extendida, 2015 Buenos aires argentina
- [11] Passailaigue Baquerizo Roberto "Administración educativa, los procesos de gestión en la eficacia educativa universitaria
- [12] Zermeño P. Ana María, Lozano R. Armando. "Desarrollo de competencias interpersonales en ambientes virtuales" 2016, Xalapa, Veracruz
- [13] Castañeda. S. "Manual para el curso de psicología de la educación". 1993, México, ITESM.
- [14] Vargas, Santiago "Aprender enseñando. nuevas metodologías en el área de expresión gráfica" (1) (1) Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería.E.T.S.I. Caminos, canales y puertos. Campus de Fuentenueva, s/n. 18071 Granada, 2010
- [15] R. Forero. "Hacia nuevos ambientes de aprendizaje Inducción a la educación a distancia". 2000 Veracruz, OEA/Universidad Veracruzana.
- [16] G. Nemirovski, U. Neuhaus. "Setting Requirements for Learning Software", 1998 Ed-Media & Ed-Telecom'98, Freiburg, Alemania.
- [17] C. Morales, et al. "Ambientes de Aprendizaje Computarizado". 2000, México. ILCE. [En línea] [Consultado Mayo 2010] Disponible en <http://www.investigacion.ilce.edu.mx/dice/proyectos/AmbienteAprendizaje/marcoamb.html>
- [18] Ayarza. "Educación en Tecnología. Propuesta para la educación básica". 2000, Ministerio de Educación Nacional - República de Colombia. Cooperativa Editorial Magisterio. Primera Edición.
- [19] Facundo. "La virtualización desde la perspectiva de la modernización de la educación superior: consideraciones pedagógicas". 2004 Revista Universidad y Sociedad de Conocimiento. [En línea] [Consultado mayo 2010] Disponible en <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/facundo1004.html>
- [20] ICFES. "Contextualización de la enseñanza virtual en la Educación Superior". 2002, Bogotá ICFES
- [21] D. Wiley. "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy" 2000. [En línea] [Consultado junio 2010] Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.129.6264&rep=rep1&type=pdf>
- [22] R. Swick. "RDF - Using XML to describe Data". 1999 [En línea] [Consultado abril 2010] Disponible en <http://www.w3.org/Talks/1999/0512-RDF-rrs/>.
- [23] Chiappe. "Modelo de Diseño instruccional basado en objetos de aprendizaje (MDIBOA): Aspectos relevantes". 2006 Universidad de la Sabana. Área de Informática para la docencia. [En línea] [Consultado junio 2010] Disponible en <http://oas.unisabana.edu.co/files/MDIBOA.pdf>
- [24] Pérez. "Implementación de un Sistema de educación virtual en una institución de educación superior". 2006. En línea] [Consultado junio 2010] Disponible en [http://201.234.71.135/portal/uzine/Volumen18/desc/Implementacion\\_sistema\\_educacion\\_virtual.pdf](http://201.234.71.135/portal/uzine/Volumen18/desc/Implementacion_sistema_educacion_virtual.pdf)
- [25] C. Pérez. "Modelo educativo para la USC para ambientes virtuales" 2005. Universidad Santiago de Chile.
- [26] M. Plaza "Uso de ambientes virtuales y selección de parámetros de medidas en la aplicación para el tratamiento de fobias". Revista Ingeniería y Desarrollo. Número 23. Enero - junio 2008. [En línea] [Consultado febrero 2010] Disponible en [http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria\\_desarrollo/23/2\\_Uso%20de%20ambientes%20virtuales.pdf](http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/23/2_Uso%20de%20ambientes%20virtuales.pdf)
- [27] G. Gutiérrez, L. Beltrán. "Ambiente Virtual de Aprendizaje para la enseñanza de la Física Mecánica, óptica y electromagnética en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas". Trabajo de grado, Facultad Tecnológica, Tecnóloga en Sistematización de Datos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- [28] A. Noguera, D. Ramírez., "Prototipo de un ambiente virtual de aprendizaje para la enseñanza de la programación". Trabajo de grado, Facultad Tecnológica, Tecnóloga en Sistematización de Datos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

[29] Mendoza, W. Rodríguez. "Prototipo de ambiente virtual de aprendizaje soportado en tecnología Grid Computing que apoye el proceso de enseñanza de la química". Trabajo de grado, Facultad Tecnológica, Tecnóloga en Sistematización de Datos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas

[30] Mendoza, A. Galvis "Ambientes virtuales de aprendizaje: Una metodología para su creación" 1999. Bogotá [En línea] [Consultado febrero 2010] Disponible en [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-106223\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-106223_archivo.pdf)

[31] [En línea] [Consultado mayo 2010] Disponible en <http://univirtual.utp.edu.co/formacionmen2010/>

[32] [En línea] [Consultado junio 2010] Disponible en <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-234531.html>

[33] [En línea] [Consultado junio 2010] Disponible en [http://201.234.71.135/portal/uzine/Volumen18/desc/Implementacion\\_sistema\\_educacion\\_virtual.pdf](http://201.234.71.135/portal/uzine/Volumen18/desc/Implementacion_sistema_educacion_virtual.pdf)

## La comunicación de la responsabilidad social de la UAGro a través de medios digitales.

María del Socorro Cabrera  
Ríos  
Altamirano No. 61 Centro,  
C.P. 39000  
Chilpancingo, Gro.  
7471212283  
drilito\_cab@yahoo.com.mx

Israel Herrera Miranda  
16 de septiembre No. 4 Centro  
C.P. 39000  
7335846366  
israel\_hm@hotmail.com

José Luis Susano García  
Aureliano Díaz No. 34  
Col. Lomas del Poniente, C.P.  
39077  
521 7471240576  
pepeluissg@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este trabajo se aborda la gestión de la comunicación sobre las acciones de Responsabilidad Social dirigidas hacia la sociedad que la Universidad Autónoma de Guerrero realiza. Los medios de comunicación seleccionados para el análisis son digitales, debido a los alcances que la web ha tenido en las últimas décadas y a las ventajas que presenta sobre los medios

tradicionales, como su instantaneidad y accesibilidad a través de diversos dispositivos móviles, entre otras. El análisis se realizó en las redes sociales Facebook, Instagram y Youtube, y en la página web oficial de la institución. Tuvo como propósito valorar su efectividad y su impacto en la percepción que los stakeholders, o grupos de interés, internos tienen de la UAGro, basados en la información de las publicaciones.

### ABSTRACT

This study deepens into the Universidad Autónoma de Guerrero management of communicative resources regarding the actions of Social Responsibility towards its community. For the data analysis, digital media sources were chosen due to the web's reach during the past decades, and to the advantages over using more traditional sources, such as its instantaneity and accessibility through different mobile devices. The analysis took place on different websites, such as Facebook, Instagram and YouTube, as well as on the Institutions official website. This study aimed to evaluate the effectiveness of the UAGro's management of communicative resources and its impact on the

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

78o. Congreso Internacional de Computación CICOM 208 (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

perception of the inner stakeholders, based on the information that is given to them through the posts on the websites mentioned above.

## PALABRAS CLAVE

Responsabilidad social, comunicación, medios digitales, stakeholders, percepciones.

## KEYWORDS

Social Responsibility, communication, digital media, stakeholders, perceptions.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de Responsabilidad Social tiene sus orígenes en 1953 con el libro de Howard Bowen “Social Responsibilities of the Businessman” en el cual se cuestiona por primera vez cuáles son las responsabilidades que los empresarios deben o no asumir con la sociedad, considerando que el actuar de las empresas genera un impacto sobre ella [1].

Las teorías desarrolladas sobre ella la han relacionado directamente con las organizaciones lucrativas, sin embargo, al ser también organizaciones, el fenómeno se amplió a las instituciones de educación superior [2], ámbito en el que se le denomina Responsabilidad Social Universitaria (RSU). Así, tanto las universidades del sector público como las del privado, tienen una responsabilidad con la sociedad, más allá de la formación de profesionales competentes y de la investigación.

Antecedido por asambleas de universidades nacionales y latinoamericanas y con la participación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en 2012, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) presenta el documento “Inclusión con responsabilidad social. Una nueva generación de políticas de educación superior”, en el que proponen que las instituciones educativas de nivel superior del país garanticen la inclusión, la calidad y la responsabilidad social que permitan alcanzar un desarrollo económico para el bienestar del pueblo, cimentar con valores a los mexicanos, garantizar su seguridad, justicia y el cumplimiento de sus derechos humanos, así como el respeto al medio ambiente y a la biodiversidad [3].

Desde su surgimiento como universidad autónoma en 1963, la UAGro ha establecido un compromiso con su Estado; ha colaborado activamente con la sociedad guerrerense a través de acciones concretas que pueden considerarse como socialmente responsables desde la perspectiva de la disciplina, sin embargo, necesita, como lo señala en el PIDE 2017-2021, diseñar su propio modelo de gestión de Responsabilidad Social. Asimismo, es necesario involucrar a todos los universitarios en esta nueva forma de llevar a cabo el quehacer cotidiano, además de trabajar su imagen como institución socialmente responsable ante sus stakeholders, propios y externos, y para éste fin, necesita una adecuada gestión de la comunicación.

La comunicación institucional surgió desde la necesidad de comunicar acciones de las organizaciones que no estaban vinculadas directamente con la venta de activos tangibles [4]. La comunicación permite a la organización construir su realidad dando a conocer lo que es, su esencia o identidad, a través de un determinado tipo de discurso y en determinados medios, que serán seleccionados estratégicamente de acuerdo con el público de interés; no obstante, Adriana Amado (2008) aclarar que no hay una garantía de que puedan controlar la percepción que tengan de ella sus stakeholders, debido a la heterogeneidad de los mismos.

La web permite, de acuerdo con Gandolfo [5], que cada organización tenga la posibilidad de contar con un espacio comunicativo propio a través del cual dar a conocer los contenidos que considere adecuados y mantener comunicación con sus públicos. Puede llamar la atención sobre el tema que le parezca pertinente e involucrar a todos, así como informar sobre las acciones o medidas que ha tomado con respecto a ese tema.

Por tanto, la comunicación de la UAGro es la herramienta con la que la institución puede informar e integrar a sus stakeholders en sus acciones de Responsabilidad Social.

## OBJETIVOS

1. Identificar las acciones de Responsabilidad Social dirigidas hacia la comunidad que lleva a cabo la Universidad Autónoma de Guerrero en las publicaciones de sus cuentas de Facebook, Instagram, YouTube y en su página web oficial.
2. Valorar la eficacia de la comunicación que la Universidad Autónoma de Guerrero maneja en relación con sus acciones de Responsabilidad Social.
3. Conocer la percepción que las acciones de Responsabilidad Social de la Universidad Autónoma de Guerrero producen en sus stakeholders, a partir de su comunicación en sus cuentas de Facebook, Instagram, YouTube y en su página web oficial.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para el diseño de la metodología que orientó esta investigación se consideró al Interpretativo o Hermenéutico como el más adecuado debido a que su enfoque micro-social se centra en el estudio de la acción social y de la subjetividad humana, haciendo énfasis en la comprensión de los fenómenos sociales con metodologías propias [6].

Las técnicas que se utilizaron en la investigación fueron dos, la entrevista a stakeholders y el estudio de los documentos pertenecientes a la cosa que se estudia, con un enfoque no estructurado y en el que lo cuantitativo no es lo más relevante [7], en este caso, de los comunicados que se emiten en los



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

medios de comunicación digitales sobre acciones de Responsabilidad Social.

Las categorías utilizadas fueron:

**CATEGORÍA 1:** Acciones de Responsabilidad Social Universitaria.

Subcategorías:

Acciones altruistas (Donaciones, apoyo en desastres naturales y cuidado de la salud).

Acciones colaborativas (Proyectos con la comunidad y cuidado del medio ambiente).

Acciones incluyentes (Inclusión y apoyo a grupos vulnerables).

**CATEGORÍA 2:** Comunicación de la Responsabilidad Social.

Proceso a través del cual la UAGro informa sobre sus acciones de RSU a sus stakeholders.

Subcategorías:

Cobertura de las acciones de RSU. Las acciones de RSU son informadas a través de mensajes con información pertinente y suficiente.

Efectividad de la comunicación. Cumple con el propósito para el que fue diseñada, informar

**CATEGORÍA 3:** Percepciones sobre la UAGro a través de la información sobre sus acciones de Responsabilidad Social.

Subcategorías:

Valoración del impacto de las acciones de RSU de la UAGro. Estimación, positiva o negativa, del efecto que las acciones de RSU de la UAGro tienen en la comunidad.

Imagen percibida sobre la UAGro. Cómo los stakeholders ven a la Universidad Autónoma de Guerrero.

Se recogió la información disponible en 8 cuentas de la Universidad en redes sociales como Facebook, YouTube, Instagram y la Sala de Prensa de la página web oficial de la UAGro, sumando nueve canales de comunicación. Se hizo un registro detallado con los siguientes datos:

Descripción de la acción

Fecha

Texto de la publicación

Inicio de campaña/acción aislada o seguimiento dado a una acción.

Capturas de pantalla con imágenes (en el caso de tenerlas) como evidencia.

Los datos obtenidos fueron analizados partiendo de las categorías y subcategorías enunciadas. En un segundo momento se sometieron a un proceso de triangulación hermenéutica, es decir, la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en la investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación.

## RESULTADOS

Sobre la categoría 1, Acciones de Responsabilidad Social Universitaria, en total se registraron 161 comunicados sobre

Responsabilidad Social emitidos por la UAGro en los 9 canales de comunicación digital. Se identificó que la subcategoría Acciones altruistas es la que destaca como el tipo de acciones de RSU sobre las que más se informa, 117 de los 161 mensajes son sobre acciones altruistas, lo que equivale al 73% del total de comunicados, superando con un margen muy amplio a la siguiente categoría, Acciones Colaborativas, que sólo registra 34 notificaciones con el 21% y ésta, a su vez, es 4 veces superior a la tercera subcategoría, Acciones de inclusión de grupos vulnerables, que sólo tuvo 10 publicaciones que representan el 6% de los mensajes, como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1 Mensajes sobre acciones de Responsabilidad Social publicados en las redes sociales y sitio web de la UAGro

TIPO DE ACCIÓN	TOTAL DE ACCIONES
Apoyo a la salud	51
Apoyo en desastres naturales	36
Donaciones Altruistas	30
Cuidado del Medio Ambiente	25
Colaboración con la sociedad	9
Inclusión grupos vulnerables	10
<b>TOTAL</b>	<b>161</b>

Se observa que subcategorías como la Colaboración con la sociedad y la Inclusión de grupos vulnerables son cubiertas por un menor número de medios, siendo ambas esenciales para la RSU. En los textos que se citaron, se encuentran colaboraciones esenciales como el Foro sobre Migración, realizado con el objetivo de apoyar a los guerrerenses migrantes que enfrentan la postura que el gobierno de Estados Unidos ha tomado, desde 2017, respecto de su situación en el país, sin embargo, esta acción no se destacó a través de los medios de comunicación, pese a su relevancia para la población.

En la categoría 2, Comunicación de la Responsabilidad Social, y la Subcategoría Cobertura de las acciones de RSU, se identificaron aquellas publicaciones que, además de citar el evento en sí, proporcionarían información concreta sobre él; datos como cantidad de personas enfermas atendidas, kilómetros de playa a los que se les realizó limpieza, número de estudiantes pertenecientes a comunidades indígenas que han recibido el beneficio de la estancia, etc. Se identificó que de las 161

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

publicaciones, 24 manejaron ese tipo de información y 137 no lo hicieron.

Esta información es relevante para la investigación debido a que los stakeholders que leen en las redes sobre estas acciones no tienen los elementos suficientes para estimar el alcance de las actividades que la universidad realiza. El conocimiento de los detalles de lo que otros universitarios están haciendo en favor de la sociedad puede resultar inspirador y generar una imagen positiva sobre la institución, además de convertirse en un elemento motivacional que dé lugar a la inquietud por sumarse a la causa.

Las noticias sobre acciones de Responsabilidad Social se clasificaron de acuerdo con dos criterios, aquellas que se comunican porque están en fase de lanzamiento o inicio o son un evento aislado o único; y aquellas a las que se les está dando seguimiento, informando sobre los resultados de alguna acción emprendida o su grado de avance.

Entre todas las publicaciones analizadas, sólo 4 eventos fueron de seguimiento, y en las restantes, la acción y sus impactos positivos que pudieron haber generado, no se hicieron del conocimiento de los stakeholders.

En el análisis de los textos, los principales hallazgos fueron: El lenguaje tiene variaciones entre lo emotivo y lo simplemente declarativo.

La solidaridad es un valor que se destaca en las acciones altruistas.

El término Responsabilidad Social no es utilizado en las publicaciones, se cita el término inclusión social, solo o como parte del lema de la UAGro.

La categoría 3, Percepciones sobre la UAGro a través de la información sobre sus acciones de Responsabilidad Social, se investigó a través de 7 entrevistas a stakeholders internos de la UAGro.

Con respecto a la subcategoría Valoración del impacto de las acciones de RSU de la UAGro, e encontró lo siguiente:

Las acciones de Responsabilidad Social que lleva a cabo la UAGro, reciben una valoración diferente de cada uno de los stakeholders entrevistados, así como el impacto que, según su consideración, se generó. Estas variantes están relacionadas con la mayor o menor cantidad de información que recibieron al respecto.

“Yo creo que el impacto, ha sido benéfico, no es de ahorita la Responsabilidad Social... esto viene desde tiempo, el impacto de las actividades universitarias y del beneficio que da la universidad... seguimos siendo líder en el Estado”. (Entrevista 4, Director General de Vinculación y Cooperación de la UAGro.)

“En la comunidad en donde se llevó (la ayuda) creo que (el impacto) fue muy grande porque a pesar de que había muchas brigadas... no se daban abasto, habían muchas personas afectadas... creo que fue un gran impacto de nosotros preocuparnos en esa parte (la higiene personal) y ayudar de esa

manera a esas personas que lo necesitaban, así que nosotros... llevábamos algunos productos distintos a los que ya había y resultaron muy positivos, la gente lo recibía de muy buena manera, agradecían mucho las muestras de apoyo, fuimos a tres lugares distintos de Morelos, a tres municipios diferentes y en los tres municipios fue de la misma manera”. (Entrevista 5, Co-organizador y brigadista).

“Creo que (impactó) en un 100% (el beneficio otorgado por la UAGro), porque no sé si ellos llevaban un itinerario de lo que tenían que hacer, porque ahora sí que fueron todólogos, en todo en lo que les pedían ayuda, ellos ayudaron... y con todo el entusiasmo iban. Sí, al 100% todo. (Entrevista 2, Persona beneficiada y egresada de la UAGro).

La diferencia entre las apreciaciones de los stakeholders que han colaborado y de los que no lo han hecho, no radica únicamente en el factor de la participación, sino también en la efectividad de la comunicación que la universidad gestiona sobre este tipo de actividades para que la comunidad universitaria y la sociedad en general puedan estar enterados de lo que la UAGro hace en materia de Responsabilidad Social. Asimismo, y aludiendo a la comunicación en redes sociales, analizada con anterioridad, se identifica otro factor de influencia en el hecho de que se comunican las actividades en su fase de inicio pero no hay noticias de seguimiento que permitan conocer el impacto logrado.

Los entrevistados, tienen opiniones diversas en torno a la gestión de la comunicación de la UAGro. En respuesta directa al cuestionamiento sobre su opinión acerca de la comunicación de la UAGro y sus medios, respondieron:

“Yo creo que se ha hecho muy buen trabajo, pero se puede mejorar, puede generar mejores estrategias de comunicación para tener una mejor manera de llegar a las personas, a la sociedad en general, de un mejor manejo de redes sociales, es importante pues que se hable como tal, como Universidad y no tanto... en nombre del Rector Javier Saldaña...”. (Entrevista 5, Co-organizador y brigadista).

“Yo he visto que se le da mucha cobertura a lo que son las acciones del Rector, no de la Universidad, este creo eso es un punto negativo porque la Universidad no es el Rector nada más, entonces somos todos los que participamos, tanto alumnos, como maestros, intendentes, todos los que estamos aquí somos la Universidad, no nada más es solo una persona, entonces yo creo que el enfoque de la comunicación externa debe de cambiar”. (Entrevista 3, Alumno 1).

“... se le da mucha difusión a lo que es el Rector, en cuanto a las acciones que realiza, pero casi por lo regular siempre son a través de redes sociales, o sea a través de Facebook, pero solamente son del Rector, entonces información así de la Universidad, no.” (Entrevista 3, Alumno 3).

“Yo creo que no se le da ningún tipo de difusión a las acciones (de Responsabilidad Social)” (Entrevista 3, Egresado brigadista).

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Con base en el discurso de los stakeholders puede inferirse que la gestión de la comunicación de la Universidad Autónoma de Guerrero es percibida como una comunicación centrada en la figura del Rector y que, por esta misma situación, relega la gestión de intangibles valiosos como las acciones de Responsabilidad Social, entre otros, y a la comunidad universitaria misma.

Las opiniones negativas se corresponden con el escenario que se pudo apreciar al analizar las cuentas en redes sociales que maneja la UAGro, en el que la cuenta personal de Facebook del Dr. Saldaña es superior en más de 1,100% a la cuenta a nombre de la UAGro con más seguidores.

La importancia de esta situación no es que el Rector de la Universidad tenga un notable número de seguidores, sino la falta de gestión estratégica en los medios institucionales.

En cuanto a la efectividad de la comunicación sobre la Responsabilidad Social de la UAGro, se aprecia a través de los discursos, que se hace necesario hacer un replanteamiento de los objetivos de la comunicación y de las estrategias a seguir.

Los grupos de stakeholders involucrados en las acciones de Responsabilidad social se encuentran bien informados acerca de su actividad; no obstante, es deseable que todos los demás estén informados para impactar también en las percepciones que se tienen sobre la Universidad y que los stakeholders internos puedan sentirse más integrados a su institución.

“... la responsabilidad social es un tema que pues hace mucha falta en la Universidad, que si hay acciones, que las den a conocer, pero no nada más en el ámbito en el que se está desarrollando o a lo mejor, si el área está en Rectoría que nada más sepan los de esa parte, sino que lo den a conocer y utilicen los medios adecuados”. (Entrevista 3, Alumna 2).

“... sí sé que hay un área (de Responsabilidad Social), por ejemplo aquí en la Universidad, las únicas acciones que yo he visto que hacen, responsables, es la de recabar pilas o recabar los plásticos, tapa-rosca, pero acciones así totalmente responsables, en cuanto a cuestiones humanas o en cuanto a... la integridad, no, no los he visto. (Entrevista 3, Alumna 3).

“Yo no sé de algún plan que tengan de responsabilidad social o algo así, no sé si es porque no consulto los canales de comunicación oficiales, no sé yo no sabía, de eso. (Entrevista 3, Egresado brigadista)

“Bueno, yo sé que existe un área enfocada a lo que es la Responsabilidad Social, más bien al cuidado del medio ambiente pero no sé si en realidad está basado en todo lo que es el concepto de responsabilidad social o solamente es el cuidado del medio ambiente” (Entrevista 3, Alumno 1).

La interacción de los stakeholders con las diversas áreas de la universidad es fuente de información, independientemente de si es durante actividades cotidianas o extraordinarias, sin embargo, no es una gestión de la comunicación universitaria que potencie

los intangibles con que se cuenta para impulsar la imagen de la UAGro.

Sobre la subcategoría Imagen percibida sobre la UAGro los hallazgos son los siguientes:

La imagen institucional es lo que los públicos creen que la institución es, la representación simbólica creada en la mente de las personas a través de su comportamiento habitual, y ante circunstancias excepcionales, según Federico Stellato [8]. Los stakeholders, de acuerdo con esta aseveración, han creado una imagen mental de la UAGro con base en las experiencias que han tenido en su interacción con ella.

“Hoy con las acciones, con los logros, los avances, la visibilidad que tiene (la UAGro), los beneficios que le ha otorgado a la sociedad desde las contingencias, los fenómenos naturales, nos dio esa confianza nuevamente y nos dio reconocimiento”. (Entrevista 4, Director General de Vinculación y Cooperación de la UAGro).

“... sí he escuchado muchos comentarios positivos (sobre la UAGro) he de resaltar, yo recuerdo antes... a veces eran comentarios, no tantos eran positivos, no tenía una imagen tan propia, o tan establecida en aquellos tiempos. He de resaltar el trabajo que ha hecho el Rector Javier Saldaña, de darle esa identidad, esa imagen a la Universidad como institución y han sido más los comentarios positivos... El eslogan... de la inclusión social, creo que han sido muy positivos, la Universidad creo que ahora ya se encuentra más posicionada...”. (Entrevista 5, Co-organizador y brigadista).

Una de las problemáticas que enfrenta la gestión de la imagen organizacional es la desconfianza que existe respecto a la congruencia entre lo que la organización es, y lo que dice que es. La desinformación de los stakeholders entrevistados que no se encuentran involucrados en las acciones de Responsabilidad Social de la UAGro, presentan esa desconfianza en las intenciones detrás de las acciones.

“...las participaciones que tienen luego los directivos o los propios maestros o los altos funcionarios de la Universidad de hacer buenas acciones, pero solo cuando tratan de generar una buena imagen para cierto fin personal...”. (Entrevista 3, Alumno 1).

“... también está la contraparte que dicen, es que vienen pero sin la herramienta necesaria para poder ayudarnos y nada más se vienen a tomar la foto, entonces hay gente que sí ayuda de la Universidad y es la imagen buena que si se llevan los beneficiados que si recibieron ayuda, pero hay otros pues que solamente se van a tomar la foto y es ahí cuando repercute todos esos comentarios negativos y la gente se da cuenta, que es lo peor.” (Entrevista 3, Alumna 3).

“Y es que por ejemplo eso de las actividades que se hacen a mí también me tocó esa parte y si, o sea la gente habla bien de la Universidad... vino aquí y estuvieron ayudando, pero

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

internamente, todos se saben que solamente se hizo, porque se buscaba un fin en común, por ejemplo los estudiantes era para liberar el servicio social, entonces es aquí cuando se ve afectada cuando ya no es responsabilidad social porque ya no lo estás haciendo por solidaridad, por ayudar en la comunidad en sí, sino lo estás haciendo por tu beneficio y es aquí cuando se empieza a permear la falta de credibilidad desde adentro y después se empieza a extender hacia el exterior... “. (Entrevista 3, Alumno 1).

Por el contrario, quienes han participado de ellas muestran una actitud positiva hacia la legitimidad de las intenciones de la institución.

“... desconozco si hayan tenido un beneficio a cambio, pero lo dudo mucho, porque se sentía ese ambiente de bondad, ese ambiente de positivismo de querer ayudar sin recibir algo a cambio.” (Entrevista 5, Co-organizador y brigadista).

“... en las escuelas hacían sus centros de acopio para llevar alimentos y ya yo ahí veía los comentarios buenos, bueno, nosotros también participamos en un caso que fue del huracán Ingrid y fuimos por parte del servicio social y nos liberaron el servicio en un mes y medio que fuimos, yendo a sacar tierra todos los días a casa de un señor que fue afectado y así nos lo liberaron”. (Entrevista 3, Egresado brigadista).

Es destacable en este análisis sobre las percepciones de la UAGro, cómo la información formal o informal, deliberada o no, que recibieron los stakeholders entrevistados, sumada a las experiencias que se generaron en su interacción con la institución han sido determinantes en la imagen que perciben de ella, por lo que en el caso de la Responsabilidad Social, es pertinente comunicar los programas en los que se trabaja para contribuir a la formación de una imagen positiva ante sus stakeholders que hasta el momento permanecen ajenos a estas acciones.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la tendencia de las últimas décadas, la Universidad Autónoma de Guerrero cuenta con diversos medios de comunicación digitales, como su página web y cuentas en varias redes sociales como Facebook, Instagram y YouTube, entre otras.

Las cuentas en la red social Facebook tienen un alto número de seguidores, tres de ellas tienen por nombre algunas variantes de Universidad Autónoma de Guerrero y/o UAGro; la información que manejan es similar, lo que no justifica que existan tres cuentas de la UAGro en una misma red social, por el contrario, no hay certeza sobre cuál es la cuenta oficial y eso puede ocasionar desconfianza en la veracidad de la información. Los canales en Youtube, la cuenta de Instagram y la página web tienen una audiencia menor.

Son muchas las ventajas de que la Universidad Autónoma de Guerrero utilice medios digitales, pues contrariamente a los

tradicionales, se puede tener acceso a la información desde cualquier dispositivo, como computadoras, fijas o portátiles, tabletas y/ teléfonos inteligentes, con la posibilidad de emitir transmisiones en vivo y publicar videos, fotografías o textos.

Las acciones de Responsabilidad Social tienen cobertura, en mayor o menor medida, por todos los medios señalados. Las más difundidas son las pertenecientes a la categoría de acciones altruistas, lo que ha limitado la posibilidad de que la UAGro sea percibida como una Universidad que emprende acciones de Responsabilidad Social capaces de generar un verdadero impacto en el desarrollo de la comunidad.

Considerando el énfasis que los entrevistados hicieron con respecto a la amplia cobertura que recibe el Rector de la UAGro, Dr. Javier Saldaña Almazán, se señala que no es inconveniente el hecho de que los medios de comunicación institucionales cubran por completo las acciones del Rector, pero sí lo es la falta de una gestión estratégica de la comunicación que equilibre la información sobre la Rectoría con la del resto de las áreas y actividades universitarias, de tal manera que éstas se vean incluidas y proyectadas.

La efectividad de la comunicación de la UAGro se puede ver disminuida debido a varios factores que se identificaron en el análisis de sus comunicados. Existe una inconsistencia en el manejo de la información, en cuanto a las partes que integran sus textos: Algunos mencionan el nombre de la Universidad y otros la omiten, el lema de la UAGro se utiliza sólo en ocasiones, o sólo el término de inclusión social, el lenguaje de los textos varía entre lo emotivo y lo simplemente declarativo.

Los comunicados usualmente no proporcionan información concreta y completa de las actividades, y el poco seguimiento a las actividades que se llevan a cabo en un periodo largo, como campañas y colaboraciones con la sociedad, no refuerza las relaciones que ésta entabla con la universidad, ni permite ver los logros alcanzados. Ambos puntos son indispensables pues toda institución debe cuidar sus relaciones con stakeholders tanto internos como externos. En este caso, las vastas posibilidades que ofrecen los medios digitales de comunicación podrían ser el elemento clave para la proyección de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Como Briceño, Mejías y Moreno, señalan, “la comunicación, puede decirse, es parte de la Responsabilidad Social de una organización; debe comunicar su realidad a las distintas audiencias, tanto internas como externas y a la opinión pública en general”.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fernando Agüero Mancilla, Coordinador General de Vinculación y Cooperación de la UAGro, por su valioso tiempo y el compartir sus experiencias respecto al tema de la Responsabilidad Social en la UAGro.

A los jóvenes estudiantes que nos brindaron su tiempo y por su diálogo honesto.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

A todos los que de una u otra manera se involucraron en el trabajo que precede a este documento.

## REFERENCIAS

- [1] Raufflet, E., Lozano Aguilar, J.F., Barrera Duque, E., García de la Torre, C. (2012). Responsabilidad Social Empresarial, Cd. de México, MEX: Pearson Educación.
- [2] Gaete Quezada, R. (Enero-abril, 2015) La responsabilidad social universitaria desde la perspectiva de las partes interesadas: un estudio de caso. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación". Obtenido de:
- [3] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44733027012>> ISSN
- [4] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (2012). Inclusión con responsabilidad social. Una nueva generación de políticas de educación superior. Obtenido de:
- [5] <http://crcs.anuies.mx/wp-content/uploads/2012/09/Inclusion-con-responsabilidad-social-ANUIES.pdf>
- [6] Stellato, F. (Agosto 1, 2016). Los activos intangibles de una organización. LinkedIn. Obtenido de:
- [7] <https://es.linkedin.com/pulse/los-activos-intangibles-de-una-organizaci%C3%B3n-federico-stellato>
- [8] Gandolfo, M.L. (2014). La comunicación institucional en las redes sociales digitales on line. Análisis de un caso. *Questión*. Revista especializada en periodismo y comunicación. Vol. 1, No (enero-marzo 2014). Obtenido de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34156/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34156/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- [9] Gaete Quezada, R. (2011). Responsabilidad social universitaria: una nueva mirada a la relación de la universidad con la sociedad desde la perspectiva de las partes interesadas. Un estudio de caso (Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid). Obtenido de:
- [10] <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/923/1/TESIS148-120417.pdf>
- [11] Ruiz Olabuenaga, J. I. (2003) Metodología de la investigación cualitativa. 3ra. Edición. España. Obtenido de:
- [12] <https://es.scribd.com/document/250867128/Metodologia-de-la-Investigacion-Cualitativa-JOSE-IGNACIO-RUIZ-OLABUENAGA-2012-pdf>
- [13] Stellato, F. Ídem.
- [14] Briceño, S., Mejías, I., Moreno, F. (s.f.). La Comunicación Corporativa y la Responsabilidad Social Empresarial (RSE). *Daena: International Journal of Good Conscience*. Pp. 37-46. Obtenido de: [http://www.spentamexico.org/v5-n1/5\(1\)37-46.pdf](http://www.spentamexico.org/v5-n1/5(1)37-46.pdf)



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## La Innovación social y desarrollo de proyectos tecnológicos: una oportunidad para hacer extensión universitaria

Sonia Alexandra Pinzón  
Nuñez

Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas  
Bogotá, Colombia  
spinzon@udistrital.edu.co

Juan Carlos Guevara Bolaños  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas

Bogotá, Colombia  
jcguevarab@udistrital.edu.co

Luis Felipe Wanumen Silva  
Universidad Distrital Francisco José  
de Caldas

Bogotá, Colombia  
lwanumen@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El presente artículo se hace una revisión en relación con diferentes enfoques de la innovación social y el uso de las tecnologías de información y comunicación TIC, con el objeto de utilizarlas en el ámbito universitario, especialmente en el desarrollo de proyectos de extensión.

Se presenta una propuesta que pretende propiciar espacios que permitan incluir a los ciudadanos para desarrollar proyectos tecnológicos que beneficien a la comunidad en la ciudad de Bogotá, fortaleciendo la proyección social universitaria. Desde esta perspectiva se describen los actores que deben involucrarse y la metodología que puede aplicarse para ejecutar dichos proyectos en el Proyecto Curricular de Tecnología en Sistematización de Datos e Ingeniería en Telemática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

### ABSTRACT

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

This article has a review in relation to the approaches of social innovation and the use of ICT information and communication technologies, in order to use them in the university environment, especially in the development of extension projects.

A proposal is presented that aims to create spaces that allow citizens to be included for the development of technological projects that benefit the community in the city of Bogotá, strengthening the university social projection. From this perspective, the projects can be incorporated into the Curriculum Project of Technology in Data Systematization and Engineering in Telematics of the Francisco José de Caldas District University.

### Categorías ACM

[General]: Applied computing Education

### Términos Generales

Tecnologías de la información y la comunicación TIC, Innovación social, extensión universitaria.

### Palabras clave

Innovación social, gestión de conocimiento, transferencia de conocimiento.

### Keywords

Social innovation, knowledge management, knowledge transfer.

### INTRODUCCIÓN

La economía de un país tradicionalmente es medida por el valor que tienen sus productos y servicios en un periodo específico, lo

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

que determina su grado de competitividad, es decir, en su Producto Interno Bruto o PIB, sin embargo, es necesario considerar el bienestar social, la calidad de vida de sus habitantes y otros aspectos como el medio ambiente o los niveles de educación [1].

Por este motivo la mayoría de las empresas han incorporado las tecnologías de información y comunicación en sus procesos de innovación y modelos de negocio, aprovechando los beneficios que han generado la era digital y el uso del internet.

Sin embargo, este desarrollo tecnológico no solo ha transformado los procesos productivos, también ha tenido un impacto en la población, ya que el uso de dispositivos móviles y la masificación del acceso a internet ha generado un nuevo ciudadano con habilidades tecnológicas y una alfabetización digital, que requiere nuevos productos y aplicaciones que soluciones sus nuevas necesidades, dando paso a un ciudadano inteligente [2].

En consecuencia, el desarrollo de proyectos tecnológicos se ha encaminado a la solución de las necesidades de las personas, cuyo avance ha creado un nicho de emprendimientos que está aportando a la economía del país. Por este motivo, las entidades gubernamentales han definido políticas que incentivan este tipo de proyectos, con el fin de obtener la satisfacción de los habitantes y generar oportunidades en la creación de productos innovadores, dando paso a la innovación social [3].

De otro lado, han surgido programas para el fomento de estos emprendimientos generando la creación de pequeñas empresas o Start-up tomado la iniciativa de desarrollar proyectos tecnológicos, pero estos emprendimientos se basan en la actuación o incorporación de las personas en la misma construcción de los productos o servicios de los cuales se benefician. En este ámbito ni las empresas, ni la academia son ajenas, ya que el conocimiento generado por las entidades de educación puede ser aprovechado para generar dichos proyectos tecnológicos y a través de una dinámica de cooperación se puede transferir dicho conocimiento y aplicarlo en pro de la ciudadanía [4].

Uno de los ejes misionales de la Universidad además de la Academia y la Investigación se basa en el impacto social, en este aspecto la extensión universitaria es un factor clave para el desarrollo de una comunidad. Muchos de los objetivos que impulsan la extensión están enmarcados en la transferencia de conocimiento y en la apropiación de TIC que mejoren o beneficien la calidad de vida de los habitantes de una ciudad. Por tal razón, para que la Universidad se convierta en un actor dinamizador y generador de innovación social debe apropiarse un modelo de innovación social que permita generar una interacción con la comunidad para el desarrollo de proyectos de extensión [5].

## OBJETIVO

Identificar las características de la innovación social en el desarrollo de proyectos tecnológicos para incorporarlos en proyectos de extensión universitaria

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El trabajo analítico incluye una revisión teórica sobre las temáticas que están relacionadas con la innovación social y el desarrollo de proyectos tecnológicos, se abordan conceptos clave e investigaciones realizadas por expertos en el tema y a partir de estas se realiza la propuesta.

### Ciudades Inteligentes

Después de la Revolución Industrial, la Revolución Digital, ha generado un cambio acelerado el desarrollo económico, político, ambiental y social a nivel mundial. El futuro es inmediato y las TIC son un factor relevante en esta transformación a través de la implementación de múltiples aplicaciones que dan solución en dichos ámbitos.

Las ciudades inteligentes no son aquellas que poseen mayor infraestructura tecnológica, sino aquellas capaces de usar esos recursos tecnológicos dentro de escenarios de colaboración gubernamental, académica y social, con el objeto de mejorar los productos y la prestación de servicios urbanos garantizando su sostenibilidad. Varios estudios coinciden sobre los aspectos que deben ser intervenidos por las TIC en una ciudad inteligente cuyo centro es el ciudadano, entre ellos: Educación, Gobierno, Salud, Calidad de Vida, Movilidad, Energía y Medio Ambiente [6][7][8], tal como se observa en la Figura 1.

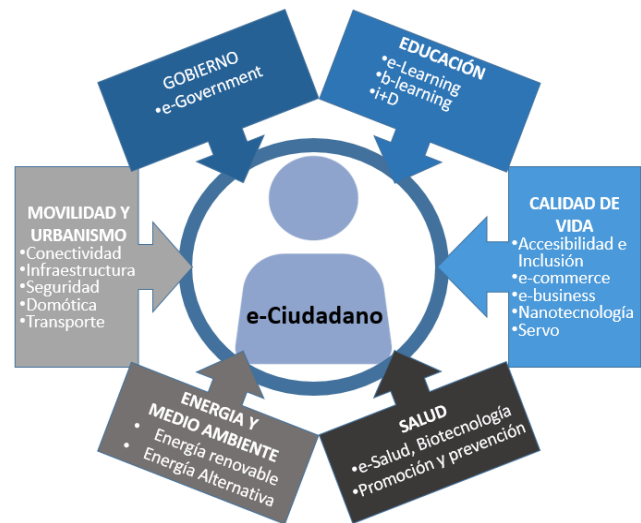


Figura 1. Aspectos clave en las ciudades inteligentes.

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, muchas de las políticas gubernamentales se han orientado a estos procesos para establecer redes de colaboración, que permitan la transferencia de conocimiento técnicos y científicos, al mismo tiempo que se interactúa con el medio[4].

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

### *Ciudadanos Digitales*

El uso de las tecnologías de la información y comunicaciones TIC, la masificación de dispositivos móviles y de acceso a Internet, ha aumentado las expectativas de los ciudadanos en términos de los servicios a los cuales pueden tener acceso, creando un conjunto de competencias digitales que han desarrollado habilidades que facilitan y mejoran la calidad de vida del ser humano. Esto implica una gran responsabilidad frente a los campos de trabajo y nichos de mercado en que se desenvuelve la sociedad.

Por lo anterior, el uso y apropiación de las TIC, se ha convertido en una cultura de trabajo y desarrollo de cada individuo y al mismo tiempo un responsable en el uso racional de estas tecnologías para lograr objetivos comunes, de tal forma que debe adquirir las siguientes competencias[9][10]:

- Uso y apropiación de las TIC como un recurso, con el cual puede acceder a servicios.
- Uso y manejo de datos y aplicaciones que permitan lograr el desarrollo de objetivos comunes.
- Tener un criterio propio con sentido social dentro de una cultura digital capaz de diferenciar lado humano y lado de tecnológico.
- Participar como fuentes generadoras de conocimiento e innovación a través de las TIC.
- El empoderamiento ciudadano.

Estas competencias deben ser potencializadas por la gestión de los gobiernos, según los estudios de la OCDE, las líneas de reorganización de la gestión pública deben ir encaminadas en las siguientes líneas:

- La adaptación de los servicios a las necesidades ciudadanas
- La accesibilidad.
- La participación de sectores tradicionalmente excluidos de la gobernación.
- Y la máxima información pública o transparencia de la Administración.

### *Innovación Social mediada por las TIC*

El concepto de innovación siempre ha estado ligado al desarrollo de los procesos productivos y modelos de negocio, es decir, ha estado enfocado al desarrollo industrial y de servicios [12]. Pero las entidades que realizan estudios en relación a los indicadores de innovación e Investigación han considerado otros agentes que potencializan la innovación, entre ellos la academia y la sociedad. Las acciones encaminadas a incrementar el grado de satisfacción, pueden medirse desde tres visiones:

- Quienes suministran el conocimiento científico, cuyos resultados son publicados en revistas o de Tecnología e Investigación a través de los cuales se transfiere y difunde el conocimiento científico y técnico.

- Quienes distribuyen el conocimiento, como bibliotecas y docentes universitarios e incluso desarrolladores de software libre que, por medio de redes, documentos, software y otros socializan sus conocimientos, adicionalmente los navegadores y buscadores, con los cuales se pueden generar indicadores de aceptación social.
- Quienes utilizan los conocimientos que encuentran para generar nuevas aplicaciones, tecnologías y también conocimiento, en este aspecto puede considerarse que los mismos usuarios pueden innovar o participar en procesos de innovación a través del uso de las TIC.

Lo anterior permite concluir que las TIC han sido un elemento que ha permitido la participación de la ciudadanía en la conformación de redes y organizaciones comunitarias, que soportan la dinámica social [13]. El uso del correo electrónico, almacenamiento en nube y redes sociales como Instagram, Facebook, whatsapp, ha permitido generar espacios virtuales de trabajo colaborativo, con los cuales se han creado redes de conocimiento y participación que ha dinamizado los procesos de innovación y han viabilizado el intercambio de conocimiento y la participación de los ciudadanos en la producción de:

- Contenidos e red
- Sitios Web
- Centros de documentación
- Intercambio y sistematización de experiencias.
- Definición de hábitos y gustos en relación a productos y servicios

Adicionalmente la innovación social incluye un conjunto de etapas las cuales interacción se ve representada en la Figura 2, las cuales establecen la dinámica que permite cumplir las metas y los alcances de su desarrollo, entre estas se encuentran:

- La identificación de necesidades: en esta etapa los actores pueden intercambiar diagnósticos, problemáticas y síntomas, los que se convierten en retos de la innovación.
- Propuestas e ideas: es una etapa en la cual se pueden generar mecanismos de interacción, cuyo objetivo es obtener ideas creativas y diseños que permitan dar solución a los retos.
- Diseño y prototipos: corresponde al desarrollo de propuestas piloto que pueden ser llevadas a la práctica y son evaluadas mediante ensayo y error.
- Sostenibilidad: es una etapa en la cual la idea es mejorada y evaluada de tal forma que se garantice su sostenibilidad a mediano y largo plazo.
- Difusión y escalamiento: en esta etapa el resultado es puesto en marcha de tal forma que sea socializado y puede ser aplicado en diversos contextos.
- Cambio sistémico: es una etapa clave donde los actores pueden adaptar la solución de tal forma que permitirá hacer cambios en las estructuras básicas o sobre aquellas que tengan incidencia en la toma de decisiones o manejo de presupuesto.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 2. Etapas de la Innovación social basado en [14].

Por otra parte, este enfoque de innovación ha generado escenarios dedicados a la promoción de actividades que involucran a los habitantes en el desarrollo de proyectos tecnológicos, tales como [15]:

- Hackathons: son maratones informáticas convocadas por personas y organizaciones que convergen para encontrar soluciones colectivas a retos en un tiempo y espacio determinado.
- Laboratorios de innovación: son plataformas que facilitan la innovación mediante la colaboración entre varios actores alrededor de problemas de alta complejidad [16-17].
- Clúster de innovación: está relacionado con el financiamiento o apoyo económico a proyectos de investigación, desarrollo empresarial y la innovación, promovidos por entidades gubernamentales o privadas [18].

## Políticas De Innovación Social En Colombia

El trabajo de las entidades del estado es fundamental para poner en marcha las iniciativas en el ámbito social, las cuales deben ir acompañadas por el desarrollo de políticas que permitan poner en marcha estas propuestas para que beneficien efectivamente a la población que las necesita. De esta forma son muchos los casos de éxito que aplican estas políticas en varios países de América Latina y el mundo [3].

En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación, el departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias, el Ministerio de la Información y las telecomunicaciones Min TIC, el Ministerio de Educación Nacional MEN, las Gobernaciones y alcaldías, son los órganos que durante los últimos 10 años han planteado políticas entorno a la innovación y cuyo direccionamiento está enfocado al desarrollo de actividades productivas, procesos sociales de colaboración público – privada, gestión del desarrollo sostenible, progreso social, buen gobierno y consolidación de la Paz en Colombia, las cuales se describen ampliamente dentro

del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, en el cual se establece la estructura del ecosistema nacional de TIC [19-21].

La siguiente tabla describe los planes y programas que han puesto en marcha dichas políticas.

Plan o programa	Descripción
Plan vive digital 2014-2018	Masificación del uso de las TIC, el uso de Internet y cierre de la brecha digital.
Gobierno en línea	Estrategia de gobierno electrónico para construir un estado eficiente, transparente y participativo.
FITI	Estrategia de la Dirección de Políticas y desarrollo TI, para la transformación de la industria TI.
Apps.co	Iniciativa impulsada por MinTIC, dentro del plan Vive digital, con el objeto de potenciar el desarrollo de negocios a partir del uso de TIC, en el desarrollo de aplicaciones móviles, software y contenidos.
I+D+i	Iniciativa de Min TIC es un programa de estímulos para la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.
Programa de Transformación Productiva PTP	Programa impulsado desde el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, para transformar la industria colombiana.
INNpuls Colombia	Es una institución creada para apoyar y promover el crecimiento de las iniciativas de negocio o emprendimientos.

Tabla1. Planes y programas relacionados con políticas de innovación en Colombia basado en [22].

Dentro de estos programas, se han definido unos actores que permiten dinamizar y ejecutar las políticas de innovación social, los cuales se encuentran categorizados por la afinidad en su objeto social, los cuales se sintetizan en la Tabla 2, según la política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Documento No. 1602.

Objeto Social	Actores
Generación de Conocimiento Científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigadores</li> <li>• Grupos de investigación.</li> <li>• Centros e institutos de investigación.</li> </ul>
Desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros de desarrollo tecnológico</li> <li>• Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIS)</li> </ul>
Innovación y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas Altamente Innovadoras</li> </ul>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

productividad	(EIAs) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades empresariales de I+D+i</li> <li>• Incubadoras de empresas de base tecnológica</li> <li>• Centros de innovación y de productividad</li> <li>• Parques Científicos, Tecnológicos o de Innovación</li> </ul>
Mentalidad y Cultura de la CTel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros de ciencia.</li> <li>• Organizaciones que fomentan el uso y la apropiación de la CTI.</li> </ul>

Tabla 2. Actores que intervienen en el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, basado en [22].

## Innovación social universitaria

La Universidad como uno de los actores generador de conocimiento a través de sus procesos de formación, investigación y extensión, se encuentra dentro de la dinámica de la innovación social y en este marco, debe propiciar espacios para promover los desarrollos en ciencia y tecnología que requiere su entorno [4].

El liderazgo social de la universidad se ha planteado desde diferentes perspectivas, que definen sus funciones y su responsabilidad en el establecimiento de relaciones con el estado y el sector privado, para obtener recursos que permitan llevar a la comunidad los conocimientos generados [24].

La extensión universitaria es una de las funciones sustantivas que está directamente relacionada con las actividades con un objetivo social, también reconocidas como proyección social, impacto social, relación con el entorno, entre otras. Adicionalmente es el escenario que permite ejecutar las funciones de difusión y transferencia de conocimiento y desarrollo de proyectos que mejoren la calidad y el bienestar de la comunidad [23].

Estas funciones son desarrolladas por equipos conformados por docentes y / o estudiantes, quienes pueden interactuar con entidades externas públicas o privadas, mediante convenios que definen proyectos con el objeto de dar solución a problemáticas específicas de una población. Aunque el esfuerzo es bastante grande, ya que es necesario definir un conjunto de recursos tanto de tecnologías, infraestructura y presupuesto, la Universidad ha encontrado apoyo en los programas establecidos por el estado, accediendo a convocatorias definidas por este.

De esta manera la Universidad tiene un impacto en la sociedad que puede ser visto desde el ámbito organizacional, en el cual se pueden generar metodologías, procesos y productos enfocados a los ambientes laboral, productivo y ambiental, de la misma forma tiene un impacto social. Sin embargo, desde su quehacer académico genera un impacto en la educación y desde el ámbito investigativo puede generar impactos cognitivos [5].

En este sentido, los procesos que la universidad realiza tanto internamente como externos deben estar inter relacionados de tal

manera que le permitan cumplir con sus aspectos misionales al mismo tiempo que genera resultados e interrelaciona con la comunidad.

## PROPUESTA

La alternativa planteada para utilizar la innovación social como una oportunidad en los procesos de extensión y proyección social requiere dos estrategias, la primera pretende establecer una dinámica interna para definir las acciones y las relaciones entre la academia, la investigación y la extensión y la segunda una dinámica externa con el objeto de convocar a la comunidad y establecer vínculos externos y participativos.

## Dinámica Interna

Definir estrategias que permitan dinamizar los ejes misionales, de la siguiente manera:

- Academia: Definir un conjunto de asignaturas electivas que permitan a los estudiantes realizar una práctica social encaminada a resolver problemáticas de la comunidad, las cuales pueden estar coordinadas por docentes investigadores.
- Investigación: Convocar a los grupos de investigación para que dirijan las electivas de práctica social, con el objeto de identificar las necesidades y aplicar los conocimientos generados desde los proyectos de investigación. Adicionalmente vincular a los investigadores en proyectos de extensión.
- Extensión: Crear redes de trabajo colaborativo con entidades externas como alcaldías y empresas del sector donde se encuentra ubicada la Universidad, que permitan a los estudiantes y grupos de investigación ejecutar proyectos a través de pasantías o convenios.

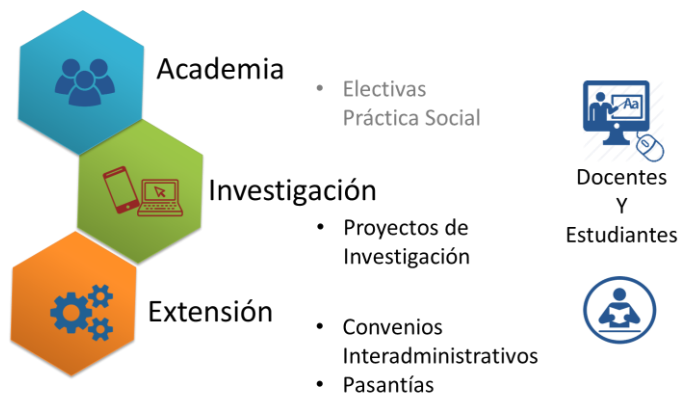


Figura 3. Dinámica interna para la proyección social universitaria.

## Dinámica Externa

Esta estrategia está enfocada a la generación de actividades que permitan crear vínculos con diferentes entidades externas tales



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

como colegios, empresas, entidades públicas y en general a la comunidad, por medio de jornadas académicas y maratones con el objeto de definir retos en los cuales podrán participar los estudiantes, docentes, grupos de investigación en torno a presentar ideas que pueden convertirse en proyectos encaminados a plantear prototipos, servicios y productos.

## RESULTADOS

Figura 4. Dinámica externa para la proyección social universitaria.

Hasta el momento el modelo ha sido presentado ante el consejo curricular del programa de Tecnología en Sistemización de Datos e Ingeniería en Telemática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, generando las siguientes actividades:

- Se ha generado un espacio en el cual se están evaluando los contenidos y actividades para incorporar las electivas



enfocadas al desarrollo de prácticas sociales.

- Se han establecido relaciones con la alcaldía local de Ciudad Bolívar, dando como resultado la implementación de un proyecto de proyección social enfocado a la formación en TIC.
- Se está trabajando en el proyecto Acacia que permitió la creación del Centro de Cooperación para el Fomento, Fortalecimiento y Transferencia de buenas prácticas que apoyan, cultivan, adaptan, comunican, innovan y acogen a la comunidad universitaria.

## CONCLUSIONES

A través de esta revisión se han encontrado pautas para plantear un modelo de trabajo con el objeto de mejorar los procesos internos del proyecto curricular en materia de proyección social y extensión, incorporando lo más relevante de los conceptos de innovación social y el uso y apropiación en TIC.

Este modelo permitirá a estudiantes y docentes direccionar sus actividades, trabajos de grado y proyectos de investigación a solucionar problemáticas de impacto social de tal forma que conviertan al proyecto curricular en un actor transformador e impulsador del desarrollo económico y social de la ciudad.

La aplicación del modelo es una oportunidad para establecer relaciones con entidades externas y establecer vínculos que mejorarán los niveles de proyección social en el proyecto curricular.

## REFERENCIAS

- [1] Organización de las Naciones Unidas (ONU). Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). (07,06, 2018). Obtenido de: <https://www.elblogsalm.com/conceptos-de-economia/que-es-el-nivel-de-vida-y-como-se-mide>
- [2] Bouskela, M, et al.(2016).La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente. (07,06, 2018). Obtenido de: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7743/La-ruta-hacia-las-smart-cities-Migrando-de-una-gestion-tradicional-a-la-ciudad-inteligente.pdf>
- [3] Rey, Nohra , Tancredi. F,T (2010).De la innovación social a la política pública Historias de éxito en América Latina y el Caribe CEPAL. (07,06, 2018). Obtenido de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39313/LCW351\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39313/LCW351_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [4] Arias. J, Aristizábal. C. (2011), Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia-tecnología y sociedad. Pensamiento & Gestión. (07,06, 2018). Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64620759008>
- [5] Vallaey, C.Sasia. P.(2009). Responsabilidad social universitaria: manual de primeros pasos. Inter-American Development Bank. (07,13, 2018). Obtenido de: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/245/Responsabilidad%20social%20universitaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Comisión de Ciudades Digitales y del Conocimiento. (2012). Estudio internacional sobre la situación de las TIC, la innovación y el Conocimiento en las ciudades. Bilbao, España. (07,13, 2018). Obtenido de: [https://www.socinfo.es/contenido/seminarios/1404smartcities6/04-BilbaoSmartcitiesstudy\\_es2012.pdf](https://www.socinfo.es/contenido/seminarios/1404smartcities6/04-BilbaoSmartcitiesstudy_es2012.pdf)
- [7] ALVARADO, R.A.(2018). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. PAAKAT: Rev. techno. Soc., Guadalajara, vol. 7, no. 13, 00002.
- [8] Temas habitat iii. Ciudades inteligentes. (2015). Conferencia de las Naciones unidas sobre la vivienda y el desarrollo urbano sostenible. (07,13, 2018). Obtenido de: <http://habitat3.org/wp->

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- content/uploads/Issue-Paper-21\_ciudades-inteligentes.pdf
- [9] Ortega, Walter. (2015) Ciudadanía digital: Entre la novedad del fenómeno y las limitaciones del concepto. Econ. Soc. territ, Toluca. vol. 15, no. 49, p. 835-844.
- [10] Sierra, F. (2012). Ciudadanía digital y sociedad de la información en la Unión Europea: Un análisis crítico. Andamios, México, vol. 9, no. 19, p. 259-282.
- [11] Quezada. R.(2011). La responsabilidad social universitaria como desafío para la gestión estratégica de la Educación Superior: el caso de España. Revista de Educación, Mayo-agosto, pp. 109-133.
- [12] Echeverría, J. (2008).El Manual De Oslo Y La Innovación Social. Departamento de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, y Fundación Ikerbasque, Bilbao. (07,06, 2018). Obtenido de: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/210/1>
- [13] Finquelievich, S. Y Kisilevsky, G. (2005); “La sociedad civil en la era digital: Organizaciones comunitarias y redes sociales sustentadas por TIC en Argentina”. (07,06, 2018). Obtenido de: [http://old.apc.org/apps/img\\_upload/5ba65079e0c45cd29dfdb3e618dda731/DT41\\_2.pdf](http://old.apc.org/apps/img_upload/5ba65079e0c45cd29dfdb3e618dda731/DT41_2.pdf)
- [14] Zurbriggen, C. Gonzalez. M. (2015). Co-creando valor público: Desafíos pendientes para América Latina. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Vol. 10. P.p. 143.171.
- [15] Espiau. G. (2017) Makerspaces: herramientas, habilidades, comunidad, reflexi (08,10, 2018). Obtenido de: <http://www.plataformatercersector.es/sites/default/files/N36%20RETS%20Innovaci%C3%B3n%20social.pdf#page=141>
- [16] Fernández. X. (2017). Laboratorios de innovación en financiadores de innovación para el desarrollo. (08,10, 2018). Obtenido de: <http://www.plataformatercersector.es/sites/default/files/N36%20RETS%20Innovaci%C3%B3n%20social.pdf#page=141>
- [17] Finquelievich, S.(2007) .Innovación, tecnología y prácticas sociales en las ciudades: hacia los laboratorios: vivientes. Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc., Ciudad Autónoma de Buenos Aires , vol. 3, no. 9, p. 135-152.
- [18] Herrera. R, Gutiérrez, J.M. (2011). Conocimiento, Innovación y Desarrollo. Cátedra de Innovación y Desarrollo Empresarial Universidad de Costa Rica. (08,10, 2018). Obtenido de: [http://www.casatic.org/wp-content/uploads/2015/03/RafaelHerreraCR\\_conocimiento.pdf#page=17](http://www.casatic.org/wp-content/uploads/2015/03/RafaelHerreraCR_conocimiento.pdf#page=17)
- [19] Villa, L., & Melo, J. (2015). Panorama actual de la innovación social en Colombia. Inter-American Development Bank. (08,10, 2018). Obtenido de: [https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6957/CTI\\_DP\\_Panorama\\_actual\\_de\\_la\\_innovacion\\_social.pdf](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6957/CTI_DP_Panorama_actual_de_la_innovacion_social.pdf)
- [20] Zárate, J., España, J.M. & Ballesteros, S. (2014). Políticas de innovación social y diseño: entretejido que construye la proyección social de la academia. Revista Arte y Diseño Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla. . Vol. 12. no.1). p. 5 – 13.
- [21] Colciencias. (2017).Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. (08,10, 2018). Obtenido de: [http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/plan-tei-tic-2017-2022\\_0.pdf](http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/plan-tei-tic-2017-2022_0.pdf)
- [22] Colciencias. (2016). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación N° 1602. Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. (08,10, 2018). Obtenido de: [http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/politiciadeactores-snctei.pdf](http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/politiciadeactores-snctei.pdf)
- [23] Domínguez. M.(2010). Responsabilidad social universitaria. (08,10, 2018). Obtenido de: [http://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1498/Hum8\\_art1.pdf?sequence=1](http://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1498/Hum8_art1.pdf?sequence=1)
- [24] BAUTISTA, Dewar Rico; PARRA-VALENCIA, Jorge A.; GUERRERO, Cesar D. IOT: Una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente. Revista Ingenio UFPSO, 2017, vol. 13, no 1, p. 9-2

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Los fractales en la enseñanza - Aprendizaje de los conceptos de límite e infinito matemáticos

Héctor José Pabón Ángel  
Ingeniero de Sistemas  
Especialista en Computación para la Docencia.  
Maestría en Docencia Universitaria  
Universidad de Cundinamarca  
Docente  
Carrera 8B # 4ª-09 Ubaté,  
Cundinamarca. Colombia.  
+573125228919  
hipa2450@mail.unicundi.edu.c  
o

Juan Carlos Herrera Estrada  
Ingeniero de Sistemas  
Especialista en Informática y Telemática.  
Maestría Gestión de Tecnologías de la Información (En Curso)  
Universidad de Cundinamarca  
Docente TCO  
Carrera 16 # 7B-18 Zipaquirá,  
Cundinamarca. Colombia.  
+573118537142  
juancarlosherrera@mail.unicundi.edu.co

Ana Lucía Hurtado Mesa  
Ingeniera de Sistemas  
Especialista en Administración Educativa.  
Maestría en Gestión de la Tecnología Educativa.  
Universidad de Cundinamarca  
Docente TCO con Funciones Administrativas.  
Carrera 5 #34-62 Chiquinquirá,  
Boyaca. Colombia.  
Cel. (57)3114583160  
sistemas.ubate@ucundinamarca.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Los Fractales son objetos de la Geometría Fractal desarrollados por Benoît Mandelbrot. Este artículo es desarrollado como parte de la investigación del grupo Ebaté en cuanto a las aplicaciones didácticas de los fractales en conceptos del análisis matemático en los temas relacionados con infinito y continuidad de funciones reales. Se trata pues, de adquirir concepto matemáticos importantes intuitivamente, utilizando diagramas en los casos posibles y el computador en situaciones computacionales difíciles, imposibles de resolver manualmente.

### ABSTRACT

Fractals are objects of Fractal Geometry developed by Benoit

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Mandelbrot. This article is developed as part of the research of the Ebaté group in terms of the didactic applications of fractals in concepts of mathematical analysis on topics related to infinity and continuity of real functions. It is therefore, to acquire important mathematical concepts intuitively, using diagrams in the possible cases and the computer in difficult computational situations, impossible to solve manually.

### Categorías y Descriptores Temáticos

F.2.1 MATHEMATICS OF COMPUTING:

F.2.1 MATEMÁTICAS DE LA COMPUTACIÓN:

### Términos Generales

#### Palabras Clave

Fractal  
Autosimilitud  
Dimensión fractal  
MATLAB®  
Script

### Keywords

Fractal

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Self-similarity  
Fractal dimension  
MATLAB®  
Script

## INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de educación básica secundaria y media vocacional, no conocen mucho más que el nombre de las diversas geometrías existentes en este contexto, ya que al indagar sobre los temas vistos en sus apuntes de clase aparecen solamente algunas menciones de Geometría Euclidiana y algunas pocas aplicaciones en el cálculo de medidas de longitud, de área o de volúmenes. Comentan los mismos docentes, que al estar integradas las matemáticas básicas y las geometrías, esta última (geometría euclidiana), casi nunca se abarca por déficit de tiempo escolar u otros motivos como el poco interés que se muestra por la Geometría Euclidiana.

Existen, sin embargo, muchas otras geometrías que normalmente no se toman en cuenta para nada en la enseñanza básica o media, como las geometrías no euclidianas que son bastante densas, como: la geometría hiperbólica, elíptica, Riemanniana, Afín y otra más que aparecieron en la última mitad del siglo XX como es el caso de la geometría Fractal, con su personaje principal y fundador, Benoît Mandelbrot (1924-2010). [1].

¿De qué trata la Geometría Fractal? En palabras del mismo creador, en su obra: *La geometría Fractal de la Naturaleza*, dice: “Los fractales son objetos matemáticos que constituyen la Geometría de la Teoría del Caos”. [2]. Es la geometría de las cosas, la geometría de la naturaleza, porque las montañas no son pirámides, los litorales del continente no son rectas o curvas, las nubes no son polígonos, los bosques no son líneas enmarañadas, las galaxias no son elipses, y demás objetos que no tienen una forma geométrica definida. La Geometría Fractal, cambia a fondo la forma de concebir o ver las cosas u objetos. Al ver la naturaleza de una forma simple, se pierde la visión e interpretación del conjunto dado, como un todo. [3].

Es de anotar que no todos los fractales son caóticos. Los fractales fueron descubiertos mucho antes de aparecer la Geometría Fractal. Basta recordar la *Polvareda de Cantor*, la *Curva de Koch*, o el *Triángulo de Sierpinski*, que se utilizarán precisamente, para abordar el concepto de límite y de infinito matemático, como se pretende conseguir en este pequeño escrito. [4].

Los fractales que se estudian ahora, son una simple muestra del trabajo que se está realizando y que se puede hacer como resultado de la investigación, para que algunos conceptos matemáticos difíciles de enfrentar y de entender en la educación media, de lo cual están de acuerdo los estudiantes y los docentes como la teoría de límites y el concepto de infinito matemático (conceptos fundamentales en el cálculo infinitesimal), sean alcanzables y comprendidos por los futuros estudiantes de la

universidad en programas que tienen algún énfasis en ciencias básicas, conceptos que según ellos mismos (estudiantes y docentes) están de acuerdo en afirmar que no son fáciles de alcanzar y asimilar en el proceso enseñanza-aprendizaje de tales conceptos antes mencionados.

Los estudiantes y docentes del cálculo infinitesimal en los conceptos de límite e infinito matemáticos que han participado en el debate abierto sobre estos temas están de acuerdo sobre el problema afrontado en el aprendizaje, han reconocido que son objetos de muy difícil construcción cognitiva.

Se parte este estudio, de la problemática expresada por docentes y estudiantes en el debate en E-magister puesto en Internet por varios colegas y el suscrito como tema de debate. Este debate estuvo abierto por dos años aproximadamente, en los principios de creación del grupo de investigación Ebaté, de la Universidad de Cundinamarca, seccional Ubaté. Se ha partido pues de esta panorámica expresada en dicho debate como también del estudio de los fractales de la Geometría Fractal y de algunas lecturas previas sobre Teoría del Caos y Complejidad.

## OBJETIVO GENERAL

Conceptualizar mediante la construcción de fractales, la idea de los conjuntos finito e infinito.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir mediante una secuencia de instrucciones el Conjunto de Cantor y el triángulo de Sierpinski.
- Construir mediante una secuencia de instrucciones el copo de nieve de Koch.
- Encontrar patrones aritméticos y algebraicos en el proceso de construcción de fractales.
- Reconocer patrones numéricos y geométricos subyacentes en el conjunto de Cantor y el Triángulo de Sierpinski.
- Reconocer las secuencias iterativas de un fractal en un script de MATLAB®

## CONCEPTOS MATEMÁTICOS BÁSICOS

Una sucesión es una función cuyo dominio es el conjunto de los enteros positivos. Por ejemplo:

$$\{n\} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}; \{a_n\} = \{1, 0.5, 0.25, 0.125, \dots\};$$

Se dice que una sucesión  $\{s_n\}_{n=1}^{\infty}$  es convergente sí y solo si existe un número real  $L$  tal que  $\{s_n\}_{n=1}^{\infty}$  converge a  $L$ . Si  $\{s_n\}_{n=1}^{\infty}$  no es convergente, se dice que  $\{s_n\}_{n=1}^{\infty}$  es divergente. El límite de una sucesión convergente es único.

Una expresión de la forma:  $a_1 + a_2 + a_3 + \dots$  se dice que es una serie infinita. Esta serie se puede escribir en forma resumida de la forma como:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots \quad (1)$$

Ejemplo:  $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^k} + \dots$   
 (2)

Las sucesiones de sumas parciales de la serie (2) es:

$$\begin{aligned} s_1 &= \frac{1}{2} \\ s_2 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \\ s_3 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{7}{8} \\ s_4 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{15}{16} \\ s_n &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots + \frac{2^n - 1}{2^n} + \dots \end{aligned} \quad (3)$$

La sucesión (3) se escribe como:

$$\{s_n\}_{n=1}^{\infty} = \left\{ \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{7}{8}, \frac{15}{16}, \dots, \frac{2^n - 1}{2^n}, \dots \right\} \quad (4)$$

Claramente,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^n - 1}{2^n}$ , converge a 1. En este caso, se dice que la serie  $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$  es convergente; en caso contrario, se dice que la serie es divergente, es decir, cuando no converge.

La serie:  $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ , converge si existe un número real L, tal que  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = L$

Una serie geométrica, es una serie de la forma:

$$\sum_{k=1}^{\infty} ar^k = a + ar + ar^2 + \dots + ar^k + \dots \quad (5)$$

Si  $a \neq 0$  y  $-1 < r < 1$ , entonces la serie geométrica (5), converge y su suma está dada por la expresión:

$$\sum_{k=1}^{\infty} ar^k = \frac{a}{1-r}, \text{ donde } a \text{ es el primer término y } r \text{ es la razón.} \quad (6)$$

## ¿QUÉ SON LOS FRACTALES?

Los fractales son objetos matemáticos que constituyen la geometría de la teoría del caos. [5].

La Geometría Fractal, es también considerada como “la geometría de la naturaleza”. [6].

La palabra Fractal, enunciada por Mandelbrot, proviene del latín que significa “roto”, “quebrado”. (Esto es asociado con las discontinuidades de funciones matemáticas que se mencionaba en párrafos anteriores). [7].

La Geometría Fractal es un nuevo lenguaje, ya que los puntos, rectas, esferas, elipses y demás objetos de la geometría tradicional son reemplazados por algoritmos iterativos

computacionales que permiten describir sistemas naturales, caóticos y dinámicos.

Los fractales son objetos cuya dimensión es no entera, es decir, es fraccionaria. [8].

Un objeto fractal es aquél que su dimensión fractal de Hausdorff-Besicovich supera a su dimensión topológica. [9].

Un objeto fractal es aquel que posee las siguientes dos características: Autosimilitud y Dimensión Fractal. [10].

Un fractal es un objeto  $n$  el cual sus partes tienen alguna relación con todos. (Esto está íntimamente ligado a la autosimilitud). [11].

## AUTOSIMILITUD

La *autosimilitud* significa que cada porción de un objeto tiene las mismas características del objeto completo. También se puede decir que, cada área de un *fractal* conserva, de forma estadísticamente similar, sus características globales. [12].

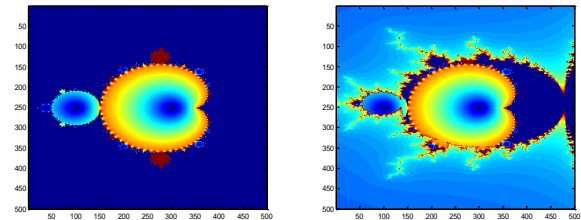


Figura 1. Zoom del fractal de Mandelbrot

Mediante un *script* de MATLAB® se pueden apreciar las anteriores secuencias de autosimilitud, como se mostrará finalmente. También es posible verlo en la naturaleza con una hoja del conocido helecho de los jardines de la casa.



Figura 2. Fractales en la naturaleza. [13].

## DIMENSION FRACTAL

En matemáticas y geometría tradicional, se acostumbra a trabajar con cuatro dimensiones, que son las siguientes:

Dimensión 0. Un punto de la recta, del plano o del espacio.

Dimensión 1. Un segmento de recta entre dos puntos P y Q.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Dimensión 2. Un plano cartesiano, determinado por dos rectas.

Dimensión 3. El espacio tridimensional en el cual vivimos. [14].

**Definición.** La Geometría Fractal, (Geometría de la Naturaleza), es un conjunto de estructuras irregulares y complejas, descriptas a través de algoritmos matemáticos y computacionales, los cuales reemplazan a los puntos, rectas, circunferencias, esferas y demás figuras provenientes de la geometría tradicional. Tales objetos tienen como característica fundamental las propiedades de auto similitud y la de convivir en extraños paisajes formados por dimensiones fractales fraccionarios. [15].

Se debe tener en cuenta que, la Geometría Fractal es relativamente nueva, no cuenta con más de 40 años. En la actualidad se aplica en medicina, sobre todo en el área de cardiología y neurología, en economía en estudios bursátiles, en psicología, en sociología, biología, en computación, en el área de algoritmos no lineales para criptografía, y obviamente en matemáticas y química donde se están reformulando gran cantidad de teorías conocidas hasta el momento.

Algunos sistemas naturales reconocidos como *caóticos* y descriptos a través de los *fractales* pueden ser: todo lo relacionado con turbulencias, ya sea en el aire o agua, todo lo referido a ramificaciones, como son las redes neuronales, ríos, propagación de poblaciones de diferentes tipos, como por ejemplo de insectos y enfermedades, estructuras montañosas, litorales y vegetales, entre otras. [15].

## TIPOS DE FRACTALES

Existen básicamente dos tipos de fractales:

**Fractales lineales.** Son los que se construyen con un simple cambio en la variación de sus escalas. Esto implica algo muy importante, los fractales lineales son exactamente idénticos en todas sus escalas hasta el infinito, como la Polvareda de Cantor, la Curva de Von Koch, el triángulo de Sierpinski, entre otros.

**Fractales no lineales.** Son aquellos que se generan a partir de distorsiones complejas o justamente como lo dice su nombre, usando un término proveniente de la matemática caótica, distorsiones no lineales. La mayoría de los objetos fractales puramente matemáticos y naturales son no lineales, como el Conjunto de Julia, el *Conjunto de Mandelbrot*, entre otros. [16].

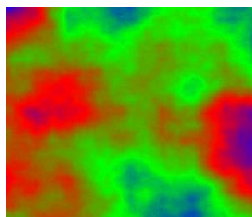


Figura 3. Fractal tipo plasma

## CONSTRUCCIÓN DE LA POLVAREDA DE CANTOR

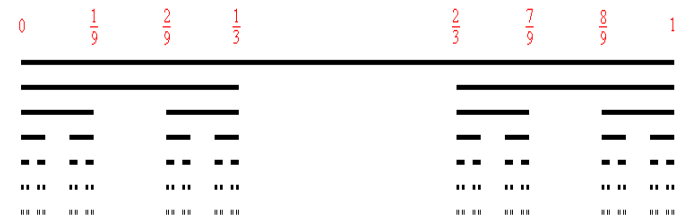


Figura 4. Polvareda de Cantor [17].

Si se suman las longitudes de los segmentos extraídos del intervalo  $[0, 1]$ , el cual tiene longitud 1, se obtiene la siguiente suma:

$$1\left(\frac{1}{3}\right) + 2\left(\frac{1}{9}\right) + 4\left(\frac{1}{27}\right) + 8\left(\frac{1}{81}\right) + \dots + 2^n/3^{n+1} = \sum_{n=0}^{\infty} 2^n/3^{n+1} = \frac{1}{3} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^n$$

Claramente, esta serie geométrica converge a:  $\frac{1}{3} \left(\frac{1}{1-2/3}\right) = \frac{1}{3} \left(\frac{3}{1}\right) = 1$

La suma de las medidas de los segmentos extraídos es una unidad de longitud.

*DISCUSIÓN:* ¿Qué sucedió entonces con la suma de todas las medidas de los segmentos no extraídos?

## PERÍMETRO DEL TRIÁNGULO DE SIERPINSKI

Claramente el perímetro del triángulo ABC ES:  $P = L + L + L = 3L$  unidades de longitud.

## ÁREA DE LOS TRIÁNGULOS REMOVIDOS.

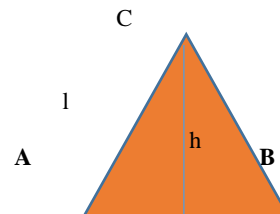


Figura 5. Triángulo equilátero de lado  $l$

$$\text{Area} = \frac{bh}{2} \quad (6)$$

$$\text{Pero, } h = \frac{l\sqrt{3}}{2} \quad (7),$$

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Aplicando el Teorema de Pitágoras en el triángulo ABC, se obtiene (7). Luego haciendo  $b=1$  y reemplazando (7) en (6) se obtiene la fórmula (8), que expresa el área del triángulo ABC, en función del lado.

$$\text{Area} = \frac{l^2\sqrt{3}}{4} \quad (8)$$

Para el caso del área removida en el Triángulo de Sierpinski, en la fase 0 del triángulo de Sierpinski, el área removida es claramente cero unidades de superficie.

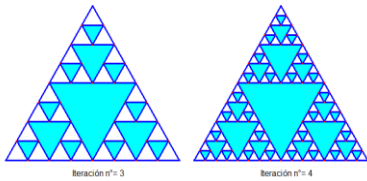


Figura 6. Triángulo de Sierpinkki. [18].

Las iteraciones, son repeticiones una y otra vez sobre sí mismo, hasta una cierta cantidad de veces. En los fractales lo que se itera son fórmulas o ecuaciones con números complejos como se verá más adelante. Las iteraciones se hacen mediante algoritmos. Los algoritmos se desarrollan con la utilización del computador. Sin esta herramienta, sería prácticamente imposible generar algunos fractales no lineales, por ejemplo.

En la figura 6, en la fase 1, es removido un triángulo de longitud  $\frac{l}{2}$  (en azul), por tanto el área total removida es:

$$s_1 = \frac{\left(\frac{l}{2}\right)^2\sqrt{3}}{4} = \frac{l^2\sqrt{3}}{16} \quad (9)$$

En la fase 2, son removidos tres triángulos de longitud  $\frac{l}{4}$  (en azulco), por tanto, el área total removida en esta fase es:

$$s_2 = \frac{l^2\sqrt{3}}{16} + 3 * \frac{\left(\frac{l}{4}\right)^2\sqrt{3}}{4} = \frac{l^2\sqrt{3}}{16} + \frac{3l^2\sqrt{3}}{64} \quad (10)$$

En la fase 3, son removidos nueve triángulos de longitud  $\frac{l}{8}$  (en blanco), por tanto el área total removida en esta fase es:

$$s_3 = \frac{l^2\sqrt{3}}{16} + \frac{3l^2\sqrt{3}}{64} + \frac{9\left(\frac{l}{8}\right)^2\sqrt{3}}{4} = \frac{l^2\sqrt{3}}{16} + \frac{3l^2\sqrt{3}}{64} + \frac{9l^2\sqrt{3}}{256}; \quad (11)$$

Ahora en forma general, en la fase n, se tiene:

$S = s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_n$ , que es una sucesión de sumas parciales, de las áreas removidas hasta n.

$$\begin{aligned} S &= \frac{l^2\sqrt{3}}{16} + \frac{3l^2\sqrt{3}}{64} + \frac{9l^2\sqrt{3}}{256} + \dots + \frac{3^{n-1}l^2\sqrt{3}}{4^{n-1}} \\ S &= \frac{l^2\sqrt{3}}{16} \left[ \frac{3^0}{4^0} + \frac{3^1}{4^1} + \frac{3^2}{4^2} + \dots + \frac{3^{n-1}}{4^{n-1}} \right] \\ S &= \frac{l^2\sqrt{3}}{16} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3}{4}\right)^n \quad (12) \end{aligned}$$

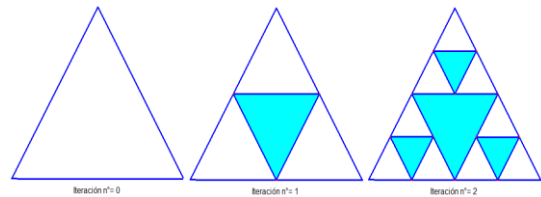
Pero (12) es una serie geométrica con  $\frac{3}{4}$  como primer término, y razón  $\frac{3}{4}$ . Obviamente la serie converge a:

$$S = \frac{l^2\sqrt{3}}{4} \quad (13)$$

Como se observa, (13) es igual a (8), lo cual indica que el área total removida es igual al área del triángulo ABC. Pero qué sucede con el área de los triángulos no coloreados con azul (no removidos) en la figura 6? Es una polvareda de triángulos, cuya suma final es 0.

¿Qué significa el anterior resultado? Que las áreas removidas mostradas en azul (figura 6), suman el área total del triángulo ABC, según (13).

## ¿CÓMO CONSTRUIR LA CURVA DE KOCH?



Por razones de espacio este ejercicio lo puede desarrollar el lector, utilizando los mismos conceptos desarrollados anteriormente.

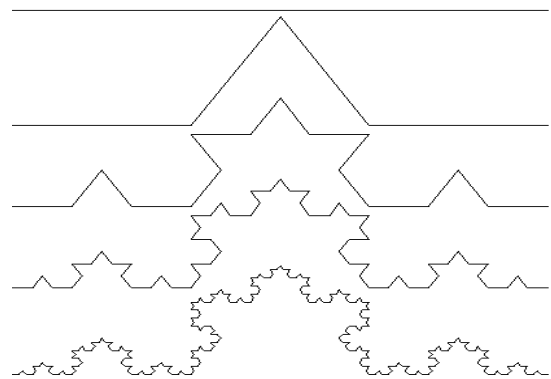


Figura 7. Curva de Von Koch [19].

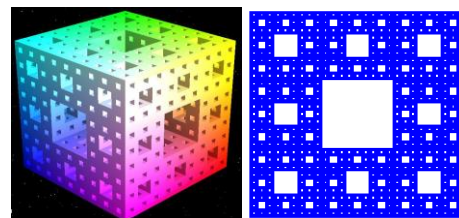


Figura 8. (a) Esponja de Mesenger. (b) Carpeta de Serpinski

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## GENERACIÓN DE FRACTALES CON MATLAB®

Los fractales pueden ser generados a partir de elementos de la matemática tradicional (fractales lineales), o a través de números complejos. De hecho, el conjunto de Mandelbrot se genera a través a través de la iterar una cierta cantidad de veces la ecuación compleja:

$$Z_{n+1} \rightarrow Z_n^2 + C \quad (14)$$

Este script genera el Conjunto de Mandelbrot, (Ver figura 9).

```
function fractal1
%fractal de MANDELBROT
col=20;
m=400
cx=-0.6;
cy=0;
l=1.5;
x=linspace(cx-l,cx+l,m);
y=linspace(cy-l,cy+l,m);
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=zeros(m);
C=X+i*Y;
for k=1:col;
    Z=Z.^2+C;
    W=exp(-abs(Z));
end
colormap copper(256);
pcolor(W);
shading flat;
axis('square','equal','off');
end
```

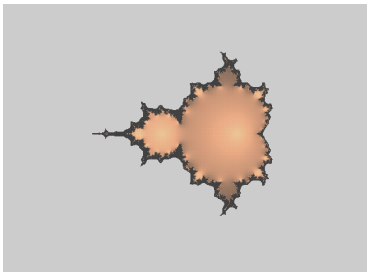


Figura 9. Conjunto de Mandelbrot generado por el script MATLAB® anterior

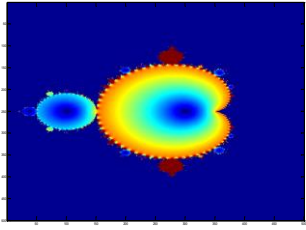
```
function mandelbrot
clear % borra las variables y funciones de la memoria
clc % borra la ventana de comandos
iter=80; % número de iteraciones
tam_rejilla=500; % tamaño de la rejilla
intervalox=linspace(-1.5,1.0,tam_rejilla); % define el vector
en las abscisas
intervaloy=linspace(-1.5,1.5,tam_rejilla); % define el vector
en las ordenadas
[x,y]=meshgrid(intervalox,intervaloy);
c=x+i*y; % define el numero complejo c
z=zeros(size(x)); % define la matriz inicial con ceros
```

```
mapa=zeros(size(x)); % crea un mapa de todos los puntos,
retícula igual a 0
for k=1:iter
    z=z.^2+c;
    a=find(abs(z)>sqrt(5)); % determina cuales elementos
exceden la raíz cuadrada de 5
    mapa(a)=k;
end
figure(1) % crea una imagen figura 10
image(mapa) % muestra la matriz 'mapa' como una imagen en
la figura 10
colormap(jet) % controla los colores (por defecto) usados en
la gráfica de superficie
figure(2) % crea una imagen (figura 2)
multiplicador=100;
mapa=abs(z)*multiplicador;
image(mapa) % muestra la matriz 'mapa' como una imagen en
la figura 2
cont=1; % inicia en 1 el contador
while(cont==1)
    figure(1) % muestra la figura 1
    disp('Ahora acerquese')
    disp('Mueva el cursor a la esquina superior izquierda del
área que quiere expandir')
    [y1,x1]=ginput(1); % reúne un número ilimitado de puntos
hasta que se pulsa la tecla ENTER
    disp('Mueva a la esquina inferior derecha del área que
quiere expandir')
    [y2,x2]=ginput(1); % reúne un número ilimitado de puntos
hasta que se pulsa la tecla ENTER
    xx1=x(round(x1),round(y1));
    yy1=y(round(x1),round(y1));
    xx2=x(round(x2),round(y2));
    yy2=y(round(x2),round(y2));
    [x,y]=meshgrid(linspace(xx1,xx2,tam_rejilla),linspace(yy1,yy2,t
am_rejilla));
    c=x+i*y;
    z=zeros(size(x));
    for k=1:iter
        z=z.^2+c;
        a=find(abs(z)>sqrt(5));
        mapa(a)=k;
    end
    image(mapa)
    colormap(jet)
    denuevo=menu('¿Quiere acercarse de nuevo? ','Si', 'No');
    switch denuevo
        case 1;
            cont=1;
        case 2;
            cont=2;
    end
end
end
```

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



**Figura 10.** Conjunto de Mandelbrot, generado por el *script* MATLAB® anterior

No todos los fractales son autosimilares, pero estos son pocos, pero es necesario mencionarlo. Un ejemplo puede ser, los fractales plasmáticos, que tienen una forma muy indefinida.

## DIMENSIÓN FRACTAL

La dimensión fractal, es fraccionaria, aunque también existe dimensión entera como por ejemplo 2. La dimensión de fractal de Cantor es:

$$D = \frac{\log 2^n}{\log 2^{2n}} = \frac{n \log 2}{n \log 2^2} = \frac{\log 2}{\log 2^2} = \frac{n^{\circ} \text{ intervalos para cada iteración}}{n^{\circ} \text{ aumentos (amplificación)}} = 0.6309$$

Pero, en general la dimensión fractal es: No entera, además, la dimensión de Hausdorff debe ser mayor que su dimensión topológica. [20].



(a) (b) (c)

**Figura 11.** (a) Espiral Fractal. (b) Galaxia espiral. (c) Huracán

## CONCLUSIONES

- Los fractales se pueden utilizar en la enseñanza-aprendizaje del análisis matemático, en la comprensión del infinito matemático.
- Los fractales se pueden utilizar en el aprendizaje del análisis matemático, en educación media o superior.
- Los fractales se pueden generar mediante el empleo de números Reales o Complejos.

- Sólo con la llegada de los computadores se pudieron visualizar estos conjuntos y apreciar sus especiales características.
- MATLAB permite implementar de forma muy sencilla algoritmos para la visualización de fractales.
- Un fractal es una forma geométrica que presenta “simetría de escala”. Es decir, si se aumenta cualquier zona de la misma un número cualquiera de veces seguirá pareciendo la misma figura.
- El conjunto de *Mandelbrot* es un fractal creado mediante la utilización de números Complejos, utilizando el computador y MATLAB®.
- El conjunto de *Mandelbrot* fue descubierto por *Benoît Mandelbrot* en 1980 mientras estudiaba el conjunto de *Julia*.
- El conjunto de *Julia* fue descubierto en los años 20 del Siglo pasado por el matemático francés *Gaston Julia*.
- *Gaston Julia* se dedicó a analizar la función  $fc(z)=z^2+c$ , para distintos números Complejos  $c$  y para un número  $c$  fijo, con distintos valores de  $z$ .
- Los fractales son generados de forma matemática utilizando computadores permiten crear imágenes de montañas, plantas, olas, etc.
- Los fractales pueden generarse empleando números Reales o Complejos.

## REFERENCIAS

- [1] ESTRADA, William Fernando. (E.W.F.). (2004). Geometría fractal. Conceptos y principios para la construcción de fractales. Bogotá, COL: Cooperativa Editorial: MAGISTERIO.
- [2] MALDELBROT, BENOIT. (M.B). (2003). La Geometría Fractal de la Naturaleza. Barcelona, ESP: Metatemáticas TUSQUETS Editores.
- [3] MANDELBROT, Benoît . La Geometría Fractal de la Naturaleza. TUSQUETS Editores S. A. España, 2003.
- [4] ESTRADA, Willam Fernando. (E.W.F.). (2004). Geometría fractal. Conceptos y principios para la construcción de fractales. Bogotá, COL: Cooperativa Editorial: MAGISTERIO.
- [5] MALDELBROT, BENOIT. (M.B). (2009). La objetos fractales. Forma, azar y dimensión. Barcelona, ESP: Metatemáticas TUSQUETS Editores.
- [6] MANDELBROT, Benoît . La Geometría Fractal de la Naturaleza. TUSQUETS Editores S. A. España, 2003.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- [7] MALDELBROT, BENOIT. (M.B). (2009). La objetos fractales. Forma , azar y dimensió. Barcelona, ESP: MetatemasTUSQUESTS Editores.
- [8] MANDELBROT, Benoît . La Geometría Fractal de la Naturaleza. TUSQUETS Editores S. A. España,2003.
- [9] MALDELBROT, BENOIT. (M.B). (2009). La objetos fractales. Forma , azar y dimensió. Barcelona, ESP: MetatemasTUSQUESTS
- [10] MANDELBROT, Benoît . La Geometría Fractal de la Naturaleza. TUSQUETS Editores S. A. España,2003.
- [11] MALDELBROT, BENOIT. (M.B). (2009). La objetos fractales. Forma , azar y dimensió. Barcelona, ESP: MetatemasTUSQUESTS
- [12] ESTRADA, Willam Fernando. (E.W.F.). (2004). Geometría fractal. Conceptos y principios para la construcción de fractales. Bogotá, COL: Cooperativa Editorial: MAGISTERIO.
- [13] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4f/Fractal\\_Broccoli.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4f/Fractal_Broccoli.jpg)
- [14] MANDELBROT, Benoît . La Geometría Fractal de la Naturaleza. TUSQUETS Editores S. A. España,2003.
- [15] TALANQUER, Vicente. (T.V.). (2009) Fractales, fractales, fractales: Fractales, de laberintos y espejos. México, MEX: CRÍTICAFonde de Cultura Económica.
- [16] TALANQUER, Vicente. (T.V.). (2009) Fractales, fractales, fractales: Fractales, de laberintos y espejos. México, MEX: CRÍTICAFonde de Cultura Económica.
- [17] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Conjunto\\_de\\_Cantor.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Conjunto_de_Cantor.png)
- [18] [https://www.google.com.co/search?q=triangulo+de+sierpinski+en+geogebra&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=HSYLZbm\\_bQXD-M%253A%252CIV0SLHVkAyBENM%252C\\_&usg=\\_\\_r9oPYz3HUiGpNhW5rdxLk-](https://www.google.com.co/search?q=triangulo+de+sierpinski+en+geogebra&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=HSYLZbm_bQXD-M%253A%252CIV0SLHVkAyBENM%252C_&usg=__r9oPYz3HUiGpNhW5rdxLk-)
- [19] [http://enciclopedia.us.es/index.php/Copo\\_de\\_nieve\\_de\\_Koch](http://enciclopedia.us.es/index.php/Copo_de_nieve_de_Koch)
- [20] [https://www.google.com.co/search?source=hp&ei=l-NHW9CZBebm5gKPxpLYAQ&q=dimension+fractal+ejemplo&oq=dimension+fractal&gs\\_l=psy-ab.1.6.017.1742.12759.0.32128.19.12.1.6.6.0.225.1861.0j9j2.11.0....0...1c.1.64.psy-ab..1.18.1931...0i131k1j0i13k1j0i13i30k1.0.MwzImFohyS4](https://www.google.com.co/search?source=hp&ei=l-NHW9CZBebm5gKPxpLYAQ&q=dimension+fractal+ejemplo&oq=dimension+fractal&gs_l=psy-ab.1.6.017.1742.12759.0.32128.19.12.1.6.6.0.225.1861.0j9j2.11.0....0...1c.1.64.psy-ab..1.18.1931...0i131k1j0i13k1j0i13i30k1.0.MwzImFohyS4)

## OTRAS REFERENCIAS

- [1] <http://sabinamatematica.blogspot.com/2013/04/triangulo-de-sierpinski.html>
- [2] BARNSELEY, Michael F. SuperFractals. (M.B.) . CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. NY, 206.
- [3] STEWART, Ian. (S.I.) (1998). De aquí al infinito. Las matemáticas de hoy. Barcelona, ESP: CRÍTICA.
- [4] GLEICK, JAMES. (G.J.). (2012). CAOS. Barcelona, ESP: DRACONTOS.
- [5] <http://casanchi.com/ref/cantor01.pdf>
- [6] <http://ciencias.uis.edu.co/conjuntos/doc/261.pdf>
- [7] [https://www.youtube.com/watch?v=Qq\\_2i-s5UZA](https://www.youtube.com/watch?v=Qq_2i-s5UZA)
- [8] CHAPMAN, Stephen J. MATLAB® Programming for Engineers. INTERNATIONAL STUDENT EDITION. Cengage Learning. 2008.
- [9] [http://www.bdigital.unal.edu.co/7932/1/32504397.\\_2003.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/7932/1/32504397._2003.pdf)
- [10] GLECK, JAMES. (G.J.). (2012). Caos. La creación de una ciencia. Barcelona, ESP: Editorial CRÍTICA.
- [11] [https://www.ted.com/talks/benoit\\_mandelbrot\\_fractals\\_the\\_art\\_of\\_roughness?language](https://www.ted.com/talks/benoit_mandelbrot_fractals_the_art_of_roughness?language)

**Los Videojuegos, una Herramienta Pedagógica para el Aprendizaje de las Matemáticas**



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Alma Alhelí Pedro Pérez  
Universidad de la Sierra Juárez  
Avenida Universidad S/N, Ixtlán de  
Juárez, Oaxaca, México.  
+52 1 951 230 9627  
almaalheli@unsij.edu.mx

Jasiel Hassan Toscano Martínez  
Investigador Independiente  
Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec,  
Juquila, Oaxaca, México.  
+52 1 954 158 6881  
toscanoinvestigacion2018@gmail  
.com

Alberto Jiménez Miguel  
Universidad de la Sierra Juárez  
Avenida Universidad S/N, Ixtlán de  
Juárez, Oaxaca, México.  
+52 1 951 192 5871  
li01120056@unsij.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

## RESUMEN

En este trabajo de investigación se aborda el tema del desarrollo de videojuegos, desde la premisa que los define como una herramienta importante para el proceso de aprendizaje. El objetivo de esta investigación se centra en el desarrollo y la aplicación de un videojuego educativo, orientado al área de matemáticas para el aprendizaje de los niños que cursan el primer grado de primaria. La metodología que se presenta está conformada por seis etapas. Las cuales inician desde la selección de los temas hasta la etapa de pruebas y evaluación de resultados. Los temas incluidos en el videojuego son: sumas, restas e identificación de cantidades numéricas. El videojuego se presenta en la versión de aplicación de escritorio y también para dispositivos móviles. El desarrollo del videojuego se realizó en la plataforma Unity. Los resultados indican que los alumnos incrementan sus habilidades matemáticas, además que participan motivados y activos en la interacción con el videojuego.

## ABSTRACT

In this research work the subject of the development of videogames is approached, from the premise that defines them as an important tool for the learning process. The objective of this research focuses on the development and application of an educational video game, oriented to the area of mathematics for the learning of children who are in the first grade of primary school. The methodology presented consists of six stages.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Which start from the selection of topics to the stage of testing and evaluation of results. The themes included in the video game are: addition, subtraction and identification of numerical quantities. The game is presented in the desktop application version and also for mobile devices. The development of the video game was made on the Unity platform. The results indicate that the students increase their mathematical skills, in addition to participating motivated and active in the interaction with the video game.

## Categorías y Descriptores Temáticos

**Applied computing:** Computer games, education, learning.  
Computación aplicada: Juegos de computadora, educación, aprendizaje.

## Términos Generales

Matemáticas, videojuegos, aprendizaje.

## Palabras clave

Videojuegos, matemáticas, aprendizaje, unity.

## Keywords

Videogames, matemáticas, learning, unity.

## INTRODUCCIÓN

Los videojuegos están presentes en diversos entornos, el impacto que han tenido en las prácticas y hábitos de las personas, los convierten en una herramienta necesaria para el aprendizaje. Los videojuegos incluyen diversos beneficios pedagógicos, ya que aportan ejemplos prácticos de un concepto [1]. En palabras de Mombiola & Juárez [2] un videojuego es un programa informático diseñado para el entretenimiento y la diversión que se puede utilizar a través de varios soportes.

Diversas investigaciones señalan que el valor cognitivo que poseen los videojuegos se basa en el desarrollo de las siguientes habilidades: memorización de hechos, observación hacia los detalles, aumento de la atención, aumenta la capacidad del empleo de símbolos, capacidades lógicas y de razonamiento [1]. Uno de los beneficios más destacados de los videojuegos en

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

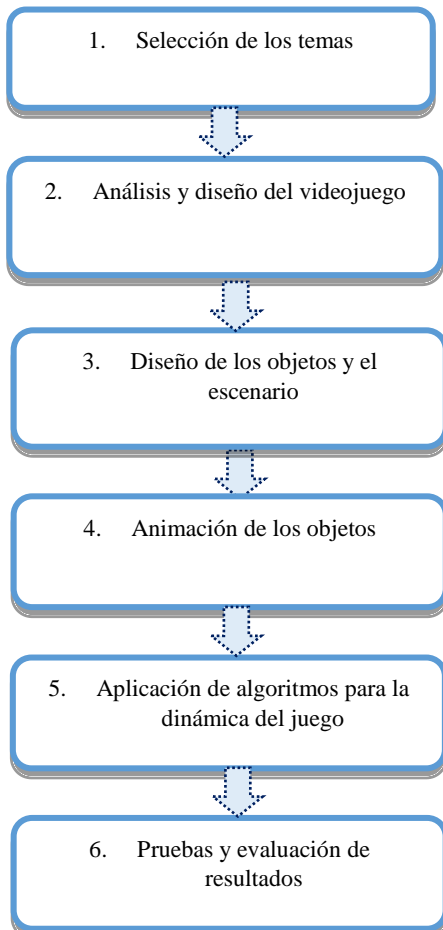
cuanto al aprendizaje, es que las equivocaciones se toman como algo natural del proceso de aprendizaje, situación contraria a lo que sucede en el sistema escolar en donde regularmente se castiga el error [1].

Algunos investigadores definen que los videojuegos con fines educativos persiguen como objetivo principal que éstos sirvan como ensayo para explorar diversas soluciones a problemas reales. Son diversas las áreas que implementan el uso de videojuegos con intenciones educativas. Entre estas áreas se pueden mencionar a la salud, publicidad, ciencia e investigación, producción, entre otras. Cada vez son más las organizaciones que utilizan a los videojuegos para procesos de enseñanza o entrenamiento como por ejemplo, instituciones de gobierno, instituciones de defensa, empresas e industria, sistemas de salud, mercadotecnia, comunicaciones e instituciones educativas [3].

En el ámbito educativo, los videojuegos se aplican en la enseñanza de áreas básicas como las matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, ingeniería y geografía [4][5][6]. Este trabajo en particular aborda el desarrollo de un videojuego enfocado al área de las matemáticas para coadyuvar al aprendizaje de los niños que cursan el primer grado de primaria. Las secciones posteriores al artículo se organizan de la siguiente forma: en primer término, se definen los objetivos de la investigación, posteriormente, se describe la metodología de solución, en tercer término, se discuten los resultados de las pruebas realizadas y finalmente, se describen las conclusiones que se generan a partir de esta investigación.

## OBJETIVOS

- Desarrollar un videojuego educativo de matemáticas para



el aprendizaje de los niños que cursan el primer grado de primaria.

- Realizar pruebas y evaluar los resultados para determinar el grado de aprendizaje de los niños.

## METODOLOGIA

La metodología de desarrollo se compone de seis etapas. La etapa inicial se refiere a la selección de temas. En esta etapa, se define en conjunto con un grupo de profesores de educación primaria, los temas de acuerdo a su experiencia y criterio, ellos determinan que los temas medulares para el aprendizaje de las matemáticas de primer grado de primaria son: sumas, restas e identificación de cantidades numéricas. Una vez seleccionados los temas, se procede a realizar el análisis y diseño del videojuego. En esta etapa se consideraron diferentes aspectos como la temática del juego, la dimensión del escenario, los objetos estáticos y dinámicos, los colores de los objetos, el sonido y el número de ejercicios.

En la tercera etapa se diseñaron los elementos del videojuego, también, se descargaron imágenes y se editaron para modificar el tamaño y los colores. Posteriormente, se creó un escenario y se ubicaron todos los elementos como: campos de texto, campos de entrada, botones e imágenes diseñadas y editadas. En la cuarta etapa, se realiza la animación de los objetos, esta actividad consiste en aplicar efectos de movimiento a todos los elementos que requieren dinamismo en el desarrollo del juego, por ejemplo, los efectos de los botones al seleccionarlos.

En la etapa cinco se aplican las funciones para integrar la dinámica del juego. Las funciones que se implementaron son las siguientes: una función que se encarga de leer las imágenes, otra función se implementa para generar números aleatorios de acuerdo a cada número corresponderá la imagen que se muestre en pantalla, esta función permite que cada vez que se ejecute el juego no se repitan las imágenes. Una función más se encarga de la validación de los datos, se recibe como entrada los números correspondientes a la imagen en pantalla y se validan de acuerdo a los números aleatorios generados anteriormente.

Finalmente, en la última etapa se realizan dos pruebas. El objetivo de estas pruebas se enfoca en evaluar el aprendizaje de los niños. El procedimiento para estas dos pruebas, consistió en aplicar un proceso en tres pasos: en el primer paso se realizó una pre-evaluación, que consistió en aplicar un examen a los alumnos con ejercicios relacionados al tema de sumas, restas e identificación de cantidades numéricas. Posteriormente, en el segundo paso se le permitió al estudiante interactuar con el videojuego. En el último paso se aplicó una post-evaluación que consistió en aplicar los ejercicios del paso uno para evaluar el aprendizaje obtenido a través de los videojuegos. En la Figura 1 se muestran todas las etapas que integran la metodología de desarrollo.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En el tema de sumas y restas los ejercicios consisten en mostrar a los alumnos grupos de objetos diferentes, para realizar la operación de manera correcta el alumno contabiliza el número de objetos por cada grupo, posteriormente aplica la operación dependiendo del signo que esté presente entre los operandos. Un ejemplo de estos ejercicios se muestra en la Figura 3



Figura 3. Ejemplo de los ejercicios del tema sumas y restas

La interacción con el videojuego se determinó en dos sesiones cada una de 60 minutos. En la primera sesión los alumnos desarrollaron las actividades relacionadas a la identificación de cantidades como se muestra en la Figura 4. En este juego los alumnos primero tendrán que identificar la cantidad de objetos que se presentan en pantalla e introducir la cantidad, posteriormente, se presiona el botón aceptar para validar el resultado. Si el resultado es correcto aparece en pantalla una imagen de afirmación, en caso contrario si el resultado es incorrecto, aparecerá en pantalla una imagen de incorrecto como se muestra en la Figura 5. El alumno tiene la oportunidad de intentarlo de nuevo y responder de forma correcta.

Figura 1. Metodología de desarrollo del videojuego

En la pre y post\_evaluación, se tienen diferentes ejercicios. En el tema de identificación de cantidades los ejercicios que se presentan a los alumnos consisten en mostrar varias tarjetas con diferentes cantidades de objetos, el alumno es capaz de contar los objetos y anotar la cantidad a un lado de dicha tarjeta cómo se muestra en la Figura 2.

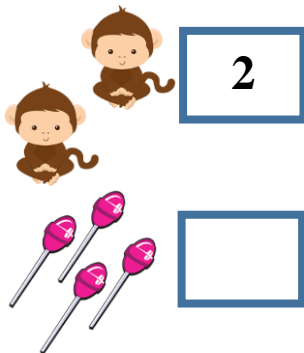


Figura 2. Ejemplo de los ejercicios del tema de identificación de cantidades numéricas



Figura 4. Validación del juego de identificación de cantidades, el resultado es correcto

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 5. Validación del juego de identificación de cantidades, el resultado es incorrecto

En la segunda sesión un alumno interactúa con el juego de sumas y restas. En pantalla se muestran 8 pares de fichas las cuales muestran operaciones de sumas y restas con diferentes elementos. El alumno tendrá que identificar dos fichas con la misma operación y cantidad de objetos como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Sesión del juego de identificación de cantidades

Durante las sesiones los alumnos presentan especial interés en el videojuego, se mantienen activos y concentrados en cada una de las actividades que presenta la dinámica de los juegos. En la Figura 7 se muestra una imagen de los alumnos que participaron en el proceso de pruebas.



Figura 7. Alumnos participantes en la etapa de pruebas, interactuando con el videojuego y resolviendo los ejercicios.

## RESULTADOS

Los resultados de la parte experimental se muestran de forma gráfica en la Figura 4. Las líneas oscuras corresponden a los resultados de la pre-evaluación y las líneas claras a la post-evaluación. Si los alumnos responden de manera adecuada, el ejercicio recibe un puntaje de 1 en caso contrario corresponderá un 0. En estas pruebas, se observa que los alumnos incrementaron sus habilidades matemáticas después de la interacción con el videojuego. El valor promedio de los 16 participantes por cada ejercicio realizado, incremento desde un 0.44 a 1.0 %.

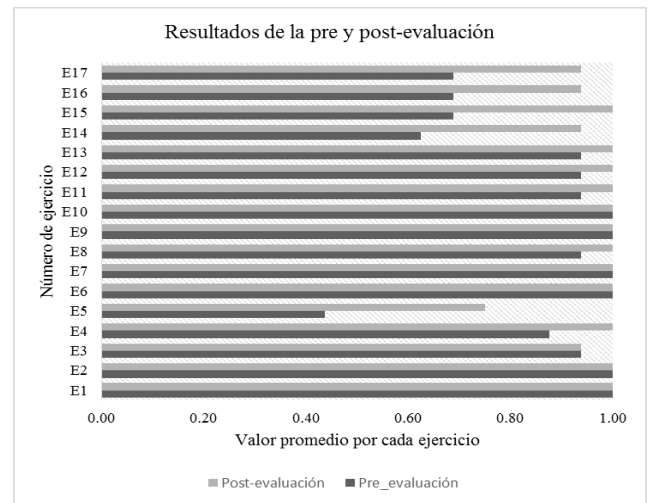


Figura 4. Resultados de la pre y post-evaluación realizadas en la etapa de pruebas.

## CONCLUSIONES

El uso de videojuegos en los procesos de enseñanza permite que los estudiantes desarrollen habilidades matemáticas, también, motiva su aprendizaje al estimular la observación, la experimentación y la creatividad. Durante el proceso de pruebas e interacción con el videojuego, se observó que los estudiantes aumentan su atención y avanzan a un ritmo personal para cumplir con el objetivo establecido en cada juego.

Los resultados de la pre y post-evaluación reflejan un incremento considerable en el valor promedio de los 16 participantes por cada uno de los ejercicios. Un aspecto de gran importancia se observó en la actitud positiva que tuvieron los estudiantes al momento de responder de forma errónea a los ejercicios, esto se debe a que en el videojuego no se castiga el error y el estudiante tiene la oportunidad de intentar las veces que requiera para contestar de forma correcta los ejercicios.

La metodología de solución se definió para el área de matemáticas. Sin embargo, esta metodología también puede ser aplicable a cualquier área como español, historia, geografía, entre otras. El videojuego se definió únicamente con un solo

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

nivel de complejidad. Se prevé en los trabajos futuros el aumento de niveles de complejidad. También, se pretende la integración de más temas del programa de matemáticas.

## REFERENCIAS

- [1] Gee, J.P. 2003. "What video games have to teach us about learning and literacy". *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), págs. 20–20.
- [2] Juárez, A.G. Mombiola T.V. 2011. *Los videojuegos*. Barcelona: UOC.
- [3] López Raventós, C. 2016. El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura, Revista de Innovación Educativa*, 1(8), págs. 1-15.
- [4] Pineda, C. G. 2013. *Los videojuegos como estrategia de apoyo para enriquecer el proceso didáctico en la educación*. México. UNAM. Facultad de Filosofía y letras, Colegio de Pedagogía.
- [5] Hwang, G.J. Chiu, L.Y. Chen, C.H. 2015. A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses, *Computers & Education*. 81(7), págs. 13–25.
- [6] Ronimus, M. Kujala, J. Tolvanen, A. Lyytinen, H. 2014. Children's engagement during digital game-based learning of reading: The effects of time, rewards, and challenge. *Computers & Education*. 71(9), págs. 237–246.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Modelado 3D de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas

Miller Gómez Mora

Ingeniería en Telemática, Facultad Tecnológica  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(57) 311-8100475  
mgomez@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Rodríguez

Ingeniería en Telemática, Facultad Tecnológica  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(57) 313-8441010  
rrodriguez@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El área del modelado tridimensional (3D) de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas es relativamente nueva y sus resultados tienen muchas aplicaciones en ciencia e ingeniería, en particular, computación gráfica, realidad virtual, animación por computador, visión por computador, cirugía asistida por computador e ingeniería inversa. Sin embargo, la mayoría de los enfoques para convertir imágenes médicas en modelos de alta fidelidad requieren una interacción significativa del usuario y a menudo implican una simplificación apreciable de la geometría del modelo. En este documento se brindará una descripción general de los algoritmos de modelado de objetos 3D más conocidos y las herramientas desarrolladas más recientemente, con una discusión sobre las ventajas y desventajas relativas para su uso en la generación de modelos de alta fidelidad construidos a partir de datos obtenidos de imágenes médicas como la tomografía axial computarizada (TAC).

### ABSTRACT

The field of three-dimensional (3D) heterogeneous object modeling from medical images is relatively new and its results have many applications in science and engineering, in particular, computer graphics, virtual reality, computer animation, computer vision, computer-assisted surgery, and reverse engineering. However, most approaches to converting medical

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

images into high-fidelity models require significant user interaction and often involve an appreciable simplification of the model geometry. This document will provide a general description of the most well-known modeling algorithms and the most recently developed tools, with a discussion of the relative advantages and disadvantages for using in the generation of high-fidelity models built from medical image data such as computerized axial tomography (CAT).

### Términos Generales

Modelado de objetos 3D, Algoritmos, Computación gráfica

### Palabras clave

Modelado 3D, objetos heterogéneos, superficies implícitas, mallas de superficie, mallas volumétricas.

### Keywords

3D modeling, heterogeneous objects, implicit surfaces, surface meshes, volumetric meshes.

### INTRODUCCIÓN

En el contexto del modelado 3D de objetos heterogéneos, la forma más común de producir un modelo 3D adecuado tanto para visualización como para aplicaciones en simulaciones es mediante la siguiente metodología:

5. Adquirir las imágenes volumétricas del objeto heterogéneo utilizando, por ejemplo, imágenes TAC.
6. Segmentar las partes o regiones que componen el objeto heterogéneo.
7. Reconstruir la superficie del objeto heterogéneo y afinar la malla de superficie hasta obtener un modelo con la calidad deseada.
8. Agregar nodos en el interior del modelo para producir elementos tridimensionales que conformarán la malla volumétrica final.

En este artículo se parte del supuesto que los pasos 1 y 2 se han llevado a cabo en especial la segmentación de todas las regiones

que componen el objeto heterogéneo. Se analizarán y discutirán los pasos 2 y 3, es decir los algoritmos y herramientas para extraer la superficie del objeto heterogéneo a partir de las segmentaciones y generar mallas de superficie y volumétricas que sean lisas, de alta calidad y lo más fieles posible a los límites definidos por los volúmenes de datos segmentados.

## RECONSTRUCCIÓN DE SUPERFICIES

Esta sección discutirá los algoritmos y técnicas para reconstruir la superficie de los objetos heterogéneos a partir de datos segmentados. Se analizarán métodos paramétricos como las B-Spline y las NURBS, y métodos de superficies simpliciales como el diagrama de Voronoi y su dual la triangulación de Delaunay. Igualmente se analizarán algunos algoritmos para el modelado de superficies implícitas con base en funciones de base radial, partición de la unidad implícita y funciones indicatriz.

### Métodos paramétricos

Los métodos paramétricos, como B-Spline y NURBS, son las primeras técnicas utilizadas para resolver los problemas de reconstrucción de superficie mediante el ajuste con parches superficiales locales. En el contexto de las representaciones paramétricas, el problema de la reconstrucción de la superficie implica el cálculo de una superficie  $S$  definida por una función  $F(u, v)$ , que se aproxima, tanto como sea posible, a cada punto de la nube de puntos dada en  $\mathbb{R}^3$ , donde  $F$  pertenece a un espacio lineal específico de funciones. Ejemplos de tales superficies paramétricas son las superficies de Bézier, las B-spline y las NURBS [1].

Debido a que las curvas de Bézier no se podían modificar localmente y el movimiento de los puntos de control afectaba la forma de la curva completa, se desarrolló el método de B-Spline el cual permite alcanzar una continuidad C2. Para la superficie B-Spline en el parámetro  $(u, v)$  el punto de control se puede definir como:

$$P(u, v) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,j} N_{i,k}(u) M_{j,l}(v)$$

Donde  $B_{i,j}$  son los vértices de una malla de control poligonal, con  $i$  en el rango entre 0 y  $n$ , mientras que  $j$  en el rango entre 0 y  $m$ .  $N_{i,k}(u)$  y  $M_{j,l}(v)$  son las funciones B-Spline de base, dadas por la ecuación:

$$N_{i,k}(u) = \frac{u - u_i}{u_{i+k-1} - u_i} N_{i,k-1}(u) + \frac{u_{i+k} - u}{u_{i+k} - u_{i+1}} N_{i+1,k-1}(u)$$

$$M_{j,l}(v) = \frac{v - v_j}{v_{j+l-1} - v_j} M_{j,l-1}(v) + \frac{v_{j+l} - v}{v_{j+l} - v_{j+1}} M_{j+1,l-1}(v)$$

Sobre el tema relacionado con B-Spline se presenta el trabajo de Chen [2], quienes usaron B-Spline para construir varios modelos de ventrículo izquierdo (LV) al interior de la pared. Los modelos se calcularon mediante B-Spline integral y las curvas se ajustaron en el ciclo cardiaco. Otro trabajo relacionado es presentado por Liu [3], donde su algoritmo se aplica en el

sentido de mínimos cuadrado generando puntos de control adecuados de la curva de ajuste B-Spline.

Las superficies NURBS (Non-uniform Rational B-Spline) es una generalización de las superficies de Bézier y B-splines que se desarrollaron porque los métodos Bézier y B-splines contienen algunas limitaciones al modelar formas más complicadas que requieren curvas de Bézier de orden superior, y el no poder representar con precisión las curvas cónicas.

Una superficie NURBS con parámetros  $(u, v)$  se define como:

$$P(u, v) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,j} S_{i,j}(u, v)$$

Donde  $B_{i,j}$  son los puntos 3D de la malla de control  $S_{i,j}(u, v)$  son las funciones de superficie B-Spline racionales, definidas como:

$$S_{i,j}(u, v) = \frac{h_{i,j} N_{i,k}(u) M_{j,l}(v)}{\sum_{i=1}^{n+1} \sum_{j=1}^{m+1} h_{i,j} N_{i,k}(u) M_{j,l}(v)}$$

Donde  $h_{i,j}$  es el peso,  $N_{i,k}(u)$  y  $M_{j,l}(v)$  son las funciones B-Spline no-racionales de base, dadas por las ecuaciones anteriormente definidas.

Actualmente, los modelos NURBS son estándares industriales para la representación de superficies que se usan ampliamente en el campo de la ingeniería inversa [4], [5]. Además de eso, las NURBS pueden usarse como un método para la aproximación o interpolación de datos dispersos y también se incorpora con la mayoría de los sistemas de modelado geométrico actuales [6], [7]. Además, al usar NURBS, la superficie reconstruida es más suave y puede tratar con un conjunto de datos no uniforme [8].

### Métodos de superficies simpliciales

Estos métodos también son conocidos como métodos de superficies triangulares o métodos de geometría computacional. Estos métodos dependen de algoritmos como la triangulación de Delaunay y los diagrama de Voronoi. Dichos métodos interpolan los puntos originales y básicamente son sensibles a la presencia de ruido. El algoritmo Alpha Shapes [9] y el algoritmo Crust [10] son los dos ejemplos más exitosos de esta clasificación.

En el algoritmo Alpha Shapes la forma de la superficie se talla eliminando los símplices de la triangulación de Delaunay del conjunto de puntos. Un simplex se elimina si su esfera circunscrita es más grande que la bola alpha. El algoritmo Crust calcula el diagrama de Voronoi de los puntos en la nube de puntos. Luego, la Triangulación de Delaunay se calcula utilizando los diagramas de Voronoi sobre la nube de puntos. La malla 3D se reconstruye obteniendo todos los triángulos que conectan tres puntos de la triangulación de Delaunay. Esta malla distingue triángulos que son parte de la superficie del objeto de aquellos que están en el interior porque los triángulos interiores tienen un vértice Voronoi como uno de sus vértices. La complejidad de tiempo de este algoritmo es  $O(n \log n)$ .

Una mejora del algoritmo Crust es el algoritmo de Power Crust [11]. La idea principal detrás de este algoritmo es representar la superficie como un polígono, obtenido de las bolas polares usando el diagrama de Voronoi. Este algoritmo es robusto ya que se expresa en términos de celdas de la superficie de un objeto sólido. No se requiere ningún mecanismo de llenado de agujeros en este algoritmo de reconstrucción de superficie, ya que captura la geometría real de la superficie. Sin embargo, los datos ruidosos provocan la dispersión de puntos lejos de la superficie.

Una mejora y extensión del diagrama de Voronoi es el algoritmo Tight Cocone propuesto por Dey y Giesen [12]. Este algoritmo es más rápido que los algoritmos Crust y Power Crust, sin embargo, al igual que los demás algoritmos de esta categoría, este algoritmo no es lo suficientemente robusto para manejar nubes de puntos ruidosos y de baja densidad.

### Métodos implícitos

Algunos investigadores se refieren a las superficies implícitas como representación volumétrica o enfoques con base en ajuste de funciones. Las superficies implícitas representan la superficie como un isocontorno particular de una función escalar. Una superficie implícita  $S$  en  $\mathbb{R}^3$  se puede definir como el conjunto de nivel cero de alguna función  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$

$$S = \{x \in \mathbb{R}^3 : f(x) = 0\}$$

Hay diferentes maneras de definir  $f(x)$ . Por un lado, puede tener una forma analítica cerrada, por ejemplo, el conjunto de nivel cero de la función  $f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 + 1^2 = 0$  define una esfera de unidad, clasificando el espacio en dos semiespacios  $f(x) > 0$  y  $f(x) < 0$ . Por otro lado, una función implícita  $f(x)$  también se puede definir a través de métodos basados en datos

que toman la forma de un campo de distancia con signo [13], funciones de base radial [14], o una función indicatriz [15]. Estos métodos se dividen en:

- Métodos globales. Estos métodos apuntan a construir una función única de manera que su conjunto cero interpola o aproxima la nube de puntos globalmente.
- Métodos locales. En este caso, la función global resulta de la combinación de funciones de forma locales, cada una de las cuales interpola o se aproxima a una sub nube de puntos.

Las funciones de base radial son funciones donde el resultado es la rotación invariante alrededor de un cierto punto  $x_i$ . Se pueden usar para interpolar una función con  $n$  puntos usando  $n$  funciones de base radial, centradas en estos puntos.

$$F(x) = \sum_{i=1}^n w_i \phi(\|x - x_i\|)$$

Donde el interpolador  $F(x)$  es el resultado de la suma de  $n$  funciones de base radial, cada una de las cuales está asociada con un centro distinto  $x_i$ , y ponderado por un coeficiente adecuado (peso)  $w_i$ .

Esencialmente, hay dos pasos principales en un procedimiento para reconstruir una superficie muestreada dispersa con funciones de base radial [14]:

- Construcción de una función de distancia con signo.
- Ajuste de una función de base radial a la función de distancia resultante.

Los métodos implícitos con base en funciones de base radial (RBF) se utilizan ampliamente porque pueden reconstruir superficies de cualquier topología con casi cualquier distribución de puntos. Las RBF se conocen desde hace mucho tiempo como uno de los métodos más precisos y estables para resolver el problema de la interpolación de datos dispersos. Aunque este método de interpolación proporciona la superficie de curvatura mínima que pasa a través de los puntos dados, las funciones de base radial son una técnica global, con el inconveniente de que se perderán las características locales.

Ohtake [16] presenta un método llamado partición de la unidad (multi-level partition of unity MPU) para la reconstrucción de superficies implícitas utilizando una técnica local. La idea básica de este método es dividir el dominio de datos de entrada  $\Omega \subseteq \mathbb{R}^d$  en varios subdominios  $\Omega_i$  superpuestos que cubren  $\Omega$ , es decir  $\Omega \subseteq \cup_i \Omega_i$ . Cada subdominio se aproxima de manera independiente de los otros subdominios usando RBF de soporte compacto. Estos subdominios comparten intervalos en  $\mathbb{R}$  (ver Figura 1), círculos en  $\mathbb{R}^2$  y esferas en  $\mathbb{R}^3$  que se superponen cerca de sus límites.

Esta partición de la unidad no es más que un conjunto de funciones no negativas  $\phi_i$  con soporte compacto  $\text{supp}(\phi_i) \subseteq \Omega_i$  que satisfacen la condición  $\sum_i \phi_i = 1$  in  $\Omega$ . Para cada subdominio  $\{\Omega_i\}$ , se forma el conjunto  $P_i$  de los puntos dentro  $\{\Omega_i\}$ , calculando luego una función local  $f_i$  que ajusta los puntos de  $P_i$ . La función de ajuste global  $F$  es entonces el resultado de una combinación de las funciones locales  $f_i$  ponderadas por las funciones de partición  $\phi_i$  de la siguiente manera:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n \phi_i(x) f_i(x)$$

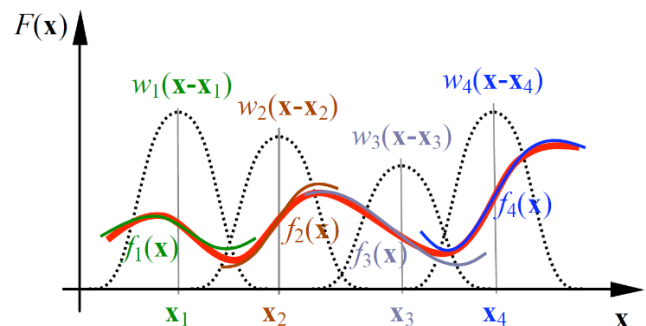


Figura 1. Cuatro funciones locales  $f_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) combinadas por funciones de ponderación  $w_i$  centradas en los puntos  $x_i$  en la línea real  $\mathbb{R}$ . El gráfico de la función resultante es la curva roja sólida.

Por ejemplo, en la Figura 1, la función resultante  $F$  en color rojo se construye a partir de una combinación de cuatro funciones

locales  $f_i$ , que están asociadas a cuatro funciones de ponderación  $w_i$ . La condición  $\sum_i \phi_i = 1$  se obtiene simplemente de las funciones de peso  $w_i$  usando la siguiente fórmula de normalización:

$$\phi_i(\mathbf{x}) = \frac{w_i(\mathbf{x})}{\sum_j w_j(\mathbf{x})}$$

La función de ajuste global  $F$  se puede reescribir entonces como:

$$F(\mathbf{x}) = \frac{\sum_i w_i(\mathbf{x}) f_i(\mathbf{x})}{\sum_i w_i(\mathbf{x})}$$

El último método que se analizará forma una ecuación de Poisson para resolver la superficie que mejor ajuste una nube de puntos densa  $P$ . Este enfoque llamado reconstrucción de superficies de Poisson [15] requiere como entrada una nube de puntos  $P$  junto con las normales orientadas. Con estos datos se define una función indicatriz  $\chi$  cuyo valor es uno dentro y cero fuera de la región reconstruida  $\Omega$ . El gradiente de la función indicatriz se equipara a un campo vectorial, construido a partir de los vectores normales de la nube de puntos.

$$\nabla \chi_{\Omega} = \mathbf{w}$$

Luego, se forma la ecuación de Poisson y se resuelve para obtener la función indicatriz.

$$\nabla \cdot \nabla \chi_{\Omega} = \nabla \cdot \mathbf{w} \Rightarrow \chi_{\Omega} = \nabla \cdot \mathbf{w}$$

Este algoritmo fue ampliado en el trabajo de Kazhdan y Hoppe [17] mediante la incorporación de pesos a los puntos asignados para la interpolación.

## MODELADO DE OBJETOS HETEROGÉNEOS

El modelado de objetos heterogéneos comienza con el etiquetado utilizando alguna técnica de segmentación “dura” que asigna una única etiqueta a los vóxeles de la imagen médica. El resultado es entonces un modelo de vóxel, sin embargo, para muchas aplicaciones es de mayor interés los límites que delimitan a los objetos ya que permiten la identificación y análisis de características específicas de dichos objetos.

### El algoritmo Marching Cubes

El proceso de modelado geométrico de objetos sólidos a partir de un modelo de vóxel (imagen médica segmentada) comienza con la generación de una malla de superficie usando el algoritmo de Marching Cubes (MC) [18]. Este algoritmo utiliza un isovalor para extraer y renderizar una isosuperficie desde los contornos segmentados. Esta malla inicial forma los datos de entrada de muchos algoritmos de reconstrucción de superficies y se utiliza igualmente para extraer la isosuperficie de las superficies implícitas.

El principio detrás del algoritmo MC es subdividir el espacio en una serie de pequeños cubos conocidos como vóxeles (ver Figura 2). Cada punto de la malla es un vértice de la esquina de un cubo. Los cubos están definidos por el mallado del volumen.

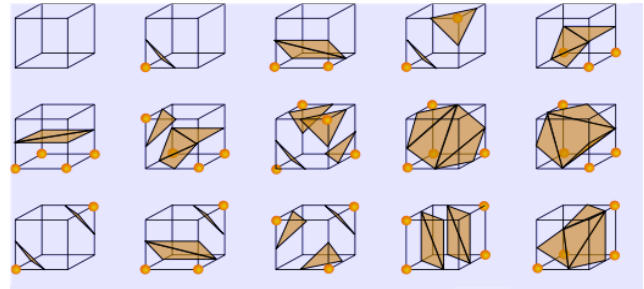


Figura 2. Las 15 combinaciones finales del algoritmo Marching Cubes [18]. Los puntos de color amarillo indican los vértices que se han probado como “dentro” del objeto.

Cada vértice y cada arista del cubo se indexan para la búsqueda en las tablas de búsqueda de configuraciones superficiales de los cubos. Al determinar qué aristas del vóxel se cruzan con la isosuperficie, se puede crear parches triangulares que dividen el cubo en diferentes regiones que están dentro de la isosuperficie y regiones que están fuera. El algoritmo se mueve (marcha) a través de cada uno de los cubos mientras evalúa los puntos de cada esquina y reemplaza el cubo con un conjunto apropiado de polígonos (ver Figura 3). La suma total de todos los polígonos generados será una superficie que se aproxima a la que describe el conjunto de datos de entrada.

En caso de que el valor de un vértice esté por encima de la isosuperficie y el valor de un vértice adyacente esté por debajo de la isosuperficie, entonces se interpola linealmente la posición en la que la isosuperficie corta el borde. Los puntos de intersección se pueden calcular por interpolación lineal. Por ejemplo, si  $V_1$  y  $V_2$  son los vértices de un borde de corte y  $Val_1$  y  $Val_2$  son los valores escalares de cada vértice, el punto de intersección  $P$  viene dado por la siguiente ecuación:

$$P = V_1 + (isovalor - Val_1) \frac{(V_2 - V_1)}{(Val_2 - Val_1)}$$

Como cada uno de los ocho vértices de un cubo puede marcarse o no, existen 256 ( $2^8$ ) combinaciones posibles del estado de la esquina. Estas combinaciones se simplifican, teniendo en cuenta las combinaciones de celdas que se duplican, a 15 combinaciones finales como se muestra en la Figura 2.

El paso final del algoritmo Marching Cubes es calcular la normal de las caras de la triangulación para obtener una representación correcta de la superficie. Sin embargo, como los datos segmentados de las imágenes médicas son en general enormes, irregulares, y ruidosos, la triangulación que produce Marching Cubes refleja estos defectos (ver Figura 3), lo cual impide usar este tipo de superficies directamente en aplicaciones de ingeniería (Lin et al., 2001). Por lo tanto se debe agregar dos etapas al paso 3 de la metodología de modelado: Una etapa de suavizado para mitigar el comportamiento escalonado en el proceso de creación de superficie; y una etapa de simplificación para reducir la densidad de triángulos de la malla superficial.



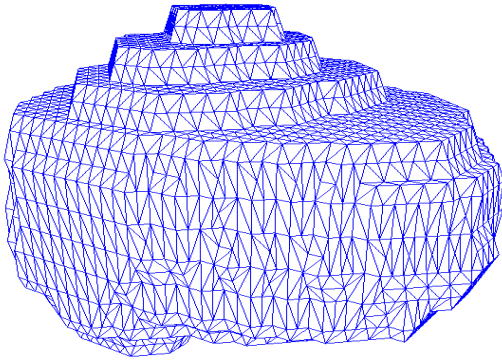


Figura 3. Efecto de escalón o aliasing debido a la imagen médica segmentada.

### MODELADO GEOMÉTRICO A PARTIR DE IMÁGENES MÉDICAS

Para el modelado de objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas segmentadas se cuenta con tres aproximaciones:

Generar el modelo directamente a partir de las imágenes médicas segmentadas utilizando algún método que extienda el algoritmo de MC a múltiples regiones y refinar la malla hasta obtener la calidad deseada [19]. Sin embargo, estos métodos pueden sufrir algunos problemas como ambigüedad en el etiquetado, defectos topológicos y un aumento algebraico en el número de casos con respecto a la cantidad de materiales. El resultado es que se pueden crear mallas inconsistentes con elementos que pueden no coincidir de forma consistente. Se han propuesto varias soluciones a estos problemas, incluida la reparación de vóxeles ambiguos antes de extraer las mallas [20], la subdivisión de dominio [21] y la asignación e interpolación de probabilidades en vértices para extraer elementos superficiales topológicamente correctos [22].

Por otro lado, se pueden utilizar métodos mediante el refinamiento de Delaunay [23]. Estos métodos son una extensión de los algoritmos típicos de refinamiento de Delaunay para el caso de múltiples superficies donde se crea iterativamente una malla agregando vértices y actualizando la topología de la malla hasta que se alcanza un criterio de calidad que finaliza el algoritmo. En general, estos métodos implican muchos pasos sutiles de preprocesamiento, incluida la necesidad de identificar y extraer las uniones triples como una red de curvas. Las mallas creadas son topológicamente consistentes, no tienen espacios vacíos ni superposiciones, y además, los elementos de malla que se encuentran en las uniones lo hacen compartiendo un borde común. Estos enfoques tienen la ventaja de permitir que los criterios de calidad se definan por superficie, permitiendo que diferentes materiales tengan diferentes resoluciones de malla, y las mallas de tetraedros de volumen (consistentes con la topología de la interfaz) a menudo se producen sin costo adicional.

Otra opción para modelar objetos heterogéneos a partir de imágenes médicas es modelar las partes que conforman el objeto heterogéneo de manera independiente y después aplicar un

método de ensamble. En este caso, el objeto heterogéneo  $\Omega$  se puede describir como:

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^n \Omega_i$$

Donde  $\Omega_i$  es la  $i$ -ésima región que pertenece a  $\Omega$  y  $n$  es el número de regiones (ver Figura 4). Esto significa que dicho objeto conforma una partición del espacio.

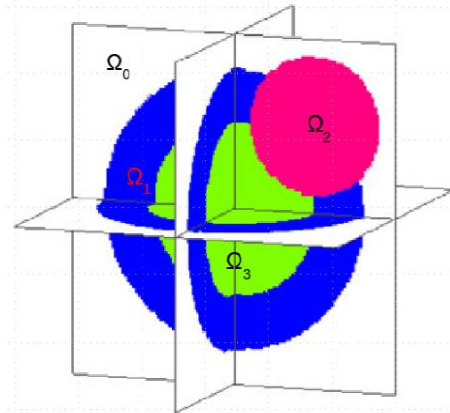


Figura 4. Objeto heterogéneo artificial compuesto de 3 regiones  $\Omega_i$ .

Con base en la idea de particiones espaciales, varios investigadores [24], [25], [26], [27] proponen algunas estrategias de ensamblaje para modelar estructuras heterogéneas, todas ellas con base en un software de diseño asistido por computador (CAD). Sin embargo, la creación de modelos 3D con base en CAD es un proceso completamente manual lo que el modelado de objetos heterogéneos extremadamente difícil, debido principalmente a las geometrías irregulares tanto de las estructuras heterogéneas que se está modelando como de sus partes constituyentes.

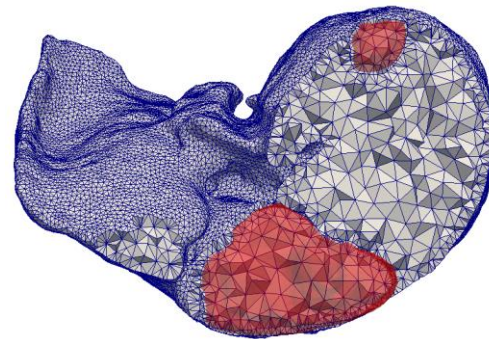


Figura 5. Modelado 3D de un hígado humano junto con dos tumores hepáticos incrustados en él.

Otra técnica es utilizar funciones implícitas y aplicar conceptos de ingeniería inversa [28]. Esto se hace aislando primero cada región, extrayendo luego una nube de puntos de cada región, y finalmente construir una representación implícita a partir de las nubes de puntos de la cual se puede extraer la superficie. El método RAM (Region-aware modeling) descrito en [28]



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

organiza las funciones implícitas, que representan las diferentes regiones del objeto heterogéneo, en un vector de funciones implícitas por medio del cual se manipula el modelo computacional. Esta representación permite que las regiones sean consideradas como un todo en lugar de partes aisladas del objeto heterogéneo, por ejemplo, en el modelo de la Figura 5 los tumores hepáticos se modelan como parte integral de un hígado humano.

## CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha presentado una revisión general sobre las técnicas de reconstrucción de superficie y la representación tanto de superficie como volumétrica que se utilizan para el modelado de objetos heterogéneos.

Uno de los primeros trabajos de referencia sobre el problema de la reconstrucción de superficies a partir de la nube de puntos es el publicado por Hoppe [13]. Desde entonces, la reconstrucción de superficie se ha convertido en un tema de investigación activo en computación gráfica y visión por computador. Como se vio al principio del documento, se han utilizado tres enfoques principales para reconstruir superficies a partir de nubes de puntos: superficie paramétrica, superficies simpliciales y superficies implícitas.

Básicamente, hay dos tipos de métodos para ajustar una superficie implícita a una nube de puntos: métodos de interpolación y métodos de aproximación, dentro de los cuales se incluyen las RBF, la MPU y la reconstrucción de superficies de Poisson. Estos métodos no requieren una teselación uniforme del dominio de la función, y se conocen como métodos sin malla o métodos de Galerkin.

Formular la reconstrucción de una superficie implícita como un problema de Poisson ofrece una serie de ventajas. Muchos métodos de ajuste de superficies implícitas primero dividen los datos en regiones para un ajuste local y luego combinan estas aproximaciones locales utilizando funciones de fusión. Por el contrario, la reconstrucción de Poisson es una solución global que considera todos los datos a la vez, sin recurrir a particiones heurísticas y combinaciones. Por lo tanto, al igual que las funciones de base radial, la reconstrucción de Poisson crea superficies lisas que se adaptan de forma robusta a datos ruidosos. Pero, mientras que las RBF ideales son de soporte global y no decaen, la reconstrucción de Poisson admite una jerarquía de funciones de soporte local, y por lo tanto su solución se reduce a un sistema lineal disperso bien acondicionado.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente apoyado por la Universidad Distrital de Bogotá Francisco José de Caldas mediante el proyecto de investigación con código 3307857717.

## REFERENCIAS

[1] G. Farin, *Curves and Surfaces for CAGD: a practical Guide*, Morgan Kaufmann, 2002.

- [2] S. Chen, J. Zhang, H. Zhang, Q. Guan, Y. Du, C. Yao y J. Zhang, «Myocardial motion analysis for determination of tei-index of human heart,» *Sensors*, vol. 10, n° 12, pp. 11428-11439, 2010.
- [3] Y. Liu, H. Yang y W. Wang, «Reconstructing B-spline curves from point clouds-a tangential flow approach using least squares minimization,» pp. 4-12, 2005.
- [4] Y.-C. Tsai, C.-Y. Huang, K.-Y. Lin, J.-Y. Lai y W.-D. Ueng, «Development of automatic surface reconstruction technique in reverse engineering,» *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 42, pp. 152-167, 2009.
- [5] Y. He y H. Qin, «Surface reconstruction with triangular B-splines,» de *Geometric Modeling and Processing*, 2004.
- [6] M. Hoffmann, «Numerical control of kohonen neural network for scattered data approximation,» *Numerical Algorithms*, vol. 39, pp. 175-186, 2005.
- [7] D. Rogers, *An introduction to NURBS with historical perspective*, Elsevier, 2000.
- [8] H.-K. Zhao, S. Osher y R. Fedkiw, «Fast surface reconstruction using the level set method,» de *Variational and Level Set Methods in Computer Vision*, 2001.
- [9] H. Edelsbrunner y E. Mücke, «Three-dimensional alpha shapes,» *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 13, pp. 43-72, 1994.
- [10] N. Amenta, S. Choi, T. Dey y N. Leekha, «A simple algorithm for homeomorphic surface,» de *Proceedings of the sixteenth annual symposium on Computational geometry*, 2000.
- [11] N. Amenta, S. Choi y R. K. Kolluri, «The power crust,» de *Proceedings of the sixth ACM symposium on Solid modeling and applications*, 2001.
- [12] T. Dey y J. Giesen, «Detecting undersampling in surface reconstruction,» de *Discrete and Computational Geometry*, 2003.
- [13] H. Hoppe, T. DeRose, T. Duchamp, J. McDonald y W. Stuetzle, *Surface reconstruction from unorganized points*, ACM, 1992.
- [14] J. Carr, R. Beatson, J. Cherrie, T. Mitchell, R. Fright, B. McCallum y T. Evans, «Reconstruction and representation of 3d objects with radial basis functions,» de *Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 2001.
- [15] J. M. Kazhdan, M. Bolitho y H. Hoppe, «Poisson surface reconstruction,» de *Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing*, 2006.
- [16] Y. Ohtake, A. Belyaev, M. Alexa, G. Turk y H.-P. Seidel, «Multi-level partition of unity implicits,» *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 22, n° 3, pp. 463-

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- 470, 2003.
- [17] M. Kazhdan y H. Hoppe, «Screened poisson surface reconstruction,» *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, vol. 32, n° 3, 2013.
- [18] W. Lorensen y H. Cline, «Marching cubes: A high resolution 3d surface construction algorithm,» de *ACM siggraph computer graphics*, 1987.
- [19] Z. Wu y J. M. Sullivan, «Multiple material marching cubes algorithm,» *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, vol. 58, n° 2, pp. 189-207, 2003.
- [20] J. Bloomenthal y K. Ferguson, «Polygonization of non-manifold,» de *Proceedings of the 22nd annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 1995.
- [21] B. Reitinger, A. Bornik y R. Beichel, «Constructing smooth non-manifold meshes of multi-labeled volumetric datasets,» 2005.
- [22] H.-C. Hege, M. Seebass, D. Stalling y M. Zöckler, «A generalized marching cubes algorithm based on non-binary classifications,» 1997.
- [23] T. Dey, F. Janoos y J. Levine, «Meshing interfaces of multi-label data with Delaunay refinement,» *Engineering with Computers*, vol. 28, n° 1, pp. 71-82, 2012.
- [24] V. Kumar y D. Dutta, «An approach to modeling & representation of heterogeneous objects,» *Journal of Mechanical Design*, vol. 120, n° 4, pp. 659-667, 1998.
- [25] K.-Z. Chen y X.-A. Feng, «CAD modeling for the components made of multi heterogeneous materials and smart materials,» *Computer-Aided Design*, vol. 36, n° 1, pp. 51-63, 2004.
- [26] K.-H. Shin y D. Dutta, «Constructive representation of heterogeneous objects,» *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, vol. 1, n° 3, pp. 205-217, 2001.
- [27] J. Cheng y F. Lin, «Approach of heterogeneous bio-modeling based on material features,» *Computer-Aided Design*, vol. 37, n° 11, pp. 1115-1126, 2005.
- [28] M. Gómez-Mora, «Geometric Modeling of Complex Anatomical Structures Based on Implicit Functions,» *Contemporary Engineering Sciences*, vol. 11, n° 43, pp. 2121-2133, 2018.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Modelo de planeación estratégica de TI. Caso de Estudio Institución De Educación Superior

Leidy Lisbeth Contreras  
Hernández

Grupo de Investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander seccional Ocaña  
Ocaña, Norte de Santander-  
Colombia.  
Tel.: 57-7-5690088 Ext. 182  
lcontrerash@ufpso.edu.co

Torcoroma Velásquez Pérez  
Grupo de Investigación GITYD  
Universidad Francisco de Paula  
Santander seccional Ocaña  
Ocaña Norte de Santander-  
Colombia.  
Tel.: 57-7-5690088 Ext. 182  
tvelasquezp@ufpso.edu.co

Hugo Fernando Castro Silva  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de  
Colombia  
Avenida Central del Norte 39-115.  
PBX: (57+8) 7405626  
hugofernando.castro@uptc.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Entendiendo la Planeación Estratégica como el proceso gerencial de desarrolla y mantiene una dirección estratégica para alinear las metas organizacionales con las oportunidades cambiantes, teniendo en cuenta las tecnologías de la información y las comunicaciones mediante la definición, implementación, ejecución, seguimiento y divulgación de un plan estratégico de tecnología y sistemas de información, mejor conocido como PETI; este principio enmarcado dentro de Gobierno Corporativo. El Gobierno corporativo de TI entendido como un conjunto de responsabilidades y prácticas con el fin de proveer direccionamiento estratégico, el marco de Gobierno corporativo está orientado a alcanzar los objetivos de la entidad, que se puede clasificar en cuatro categorías la Estrategia, las Operaciones, la Información y el Cumplimiento. El proyecto que tiene como propósito la creación de un modelo para la planeación estratégica de TI para las instituciones de Educación Superior del Norte de Santander que permita la alineación con el modelo IT4+ del Ministerio de las TIC. Para el desarrollo del trabajo se utiliza una metodología descriptiva la cual permiten a través de estos estándares, identificar los elementos necesarios para el desarrollo del modelo

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### ABSTRACT

Understanding Strategic Planning as the management process of developing and maintaining a strategic direction to align organizational goals with changing opportunities, taking into account information and communication technologies through the definition, implementation, execution, monitoring and dissemination of a information systems & technology (IST's) strategic plan, better known as PETI(as in Spanish); this principle framed within Corporate Governance. The IT corporate governance understood as a set of responsibilities and practices in order to provide strategic direction, the corporate governance framework is aimed at achieving the entity objectives, which can be classified into four categories Strategy, Operations, Information and Compliance. The project that has as purpose the creation of a model for the IT strategic planning for the Higher Education institutions of Norte de Santander that allows the alignment with the IT4+ model of the Ministry of ICT. For the development of the work a descriptive methodology is used which allows through these standards, identify the necessary elements for the model development.

### Palabras claves

Gobierno de TI, PETI, COBIT 5.0, ISO 38500.

### Keywords

IT Governance, information systems & technology (IST's) strategic plan, COBIT 5, ISO/IEC 38500.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnología en la ejecución de los procesos de las organizaciones debe realizarse con base a una planificación corporativa con visión y objetivos claros, alineada a los objetivos institucionales y con un enfoque de soporte efectivo a sus procesos, apoyada en modelos validados y alineados con la normatividad vigente en el país.

El Gobierno de las TI es el sistema a través del cual se dirige y controla la utilización de las TI actuales y futuras. Supone la dirección y evaluación de los planes de utilización de las TI que den soporte a la organización y la monitorización de dicho uso para alcanzar lo establecido en los planes de la organización. Incluye las estrategias y políticas de uso de las TI dentro de la organización (ISO 38500, 2008). La planeación estratégica de Tecnologías de la Información apoya el gobierno corporativo de TI.

## OBJETIVOS

En ese sentido la presente investigación está orientada a diseñar un modelo para las instituciones de Educación superior que permita alinear el modelo IT4+ propuesto por el Ministerio de las Tecnologías de la Información con lo adelantado en planeación estratégica de Tecnologías de la información en las instituciones de educación superior del Norte de Santander, estableciendo un marco de referencia para evaluar el nivel de madurez de la brecha existente.

Se evalúa el nivel de madurez de gestión tecnológica de la brecha identificada a través de un marco de referencia que existe entre la planeación Estratégica de Tecnologías de la Información en las Instituciones de Educación Superior de Norte de Santander y el modelo IT4+ se integran los diferentes componentes en un modelo de planeación estratégica de las Tecnologías de la Información permitiendo de esta manera la alineación con el modelo IT4+ del Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para su respectiva validación en una Institución de Educación Superior de Norte de Santander.

### *Situación problemática*

La planeación estratégica es una actividad planeada que se centra en el éxito y la mejora. (Rochetti, 2006) Se asume la planificación estratégica como reto, proceso en marcha y espejo de la visión, misión y valor de la organización. (Pirtea, Nicolescu, & Botoc, 2009) Es una manera de definir las metas y objetivos que según la Fundación para la investigación, se requiere de las personas para confirmar el resultado que cumple el objetivo (Rashida, y otros, 2016). Consideran el medio ambiente externo e interno como parte de la planeación estratégica (Hannah, Balthazard, Waldman, Jennings, & Thatcher, 2013). (Jiménez, 1982) es definida como un proceso de toma de decisiones para alcanzar el futuro deseado; así mismo (Kotler, 1990) indica que es un proceso gerencial de desarrollar y mantener una dirección estratégica que pueda alinear las metas y recursos con sus oportunidades cambiantes. Dentro de los objetivos de fortalecimiento institucional, se debe liderar la gestión estratégica con tecnologías de la información y las comunicaciones mediante la definición, implementación,

ejecución, seguimiento y divulgación de un plan estratégico de tecnología y sistemas de información PETI (Ministerio de Las tecnologías de la Información, 2016). Si se definen y se tiene clara la misión de las empresas, les será más fácil a los gerentes imprimirles dirección y propósito y responderán positivamente a los cambios del entorno (Rodríguez Valencia, 2016). Los catalizadores de los procesos organizacionales son las tecnologías de la información pues sin lugar a dudas se constituyen en herramientas de apoyo a la gestión empresarial, apalancando la construcción de estrategias orientadas a la competitividad y la innovación, generando así sostenibilidad para la organización y la sociedad (Stern, 2002).

La planeación Estratégica de Tecnología de la Información (PETI) influye en la ventaja competitiva de las Instituciones de educación superior (Information Systems Department, Bina Nusantara University, 2016). Algunas compañías de Fortune 500 y agencias gubernamentales han validado los retornos de la inversión del 700% resultado de su inversión en PETI (Cannon, 2016), esto ha impulsado a grandes universidades que adoptaran esta tendencia, la University of Oxford ha implementado un Plan Estratégico que la prepara para lograr el máximo beneficio de las innovaciones en tecnología de la información (Oxford, 2013). La Universidad de Harvard mediante su plan estratégico de TI lanzó varias iniciativas estratégicas como lo es Harvard Phone, Cloud y Devops, HarvardKey entre otras, las cuales transforman la manera de trabajar, enseñar y aprender en Harvard (Harvard, 2015). Así mismo, el gobierno colombiano incursiona en esta área a través del Ministerio de las TIC liderando el modelo IT4+ el cual está alineado con la estrategia empresarial y permite desarrollar una gestión de TI que genere valor estratégico para la organización y sus clientes conectando la Estrategia con el Negocio y la Gestión de TI (Ministerio de Las tecnologías de la Información, 2016).

### *Estado del arte*

(Kaminski, 2000) Se habla del cambio en las organizaciones, apoyado en el estudio (Rashida, y otros, 2016), se identifica las habilidades de liderazgo como elementos fundamentales en la planeación estratégica de las universidades. Las universidades colombianas han dado sus pasos sobre este tema (Universidad Nacional de Colombia, 2016), (Universidad de Pamplona, 2012), (Universidad Simon Bolivar, 2013), (Universidad de Santander UDES, 2013), (UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, 2011), (UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, 2011), la experiencia y conocimiento de las instituciones y las personas que la conforman son fundamentales en el mejoramiento y la resolución de problemas; de tal manera, se hace necesario adoptar algunas rupturas estratégicas en términos de la gestión de TI (Ministerio de las Tecnologías de la Información, 2017). Se observa que las Instituciones de educación superior más relevantes de Norte de Santander poseen dentro de sus objetivos institucionales y misionales la incorporación de tecnología; sin embargo, a pesar que el Ministerio de las TIC propone el modelo IT4+ para PETI, estas organizaciones no siguen dichos lineamientos ni son implementados. Lo anterior se evidencia en el poco control para la adquisición, el uso y la administración de

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

los recursos de TI y la no existencia de un marco de referencia que evalúe los niveles de madurez en el que se encuentran.

La llegada de la era de la economía del conocimiento hace que la tecnología de la información se convierta en un arma competitiva eficaz que puede ayudar a una empresa a sobrevivir en la sociedad moderna y obtener un mayor desarrollo (Yujie & Wang, 2010). En Colombia son cada vez más las instituciones de educación superior que hacen uso de las herramientas TIC como herramienta para la administración de sus procesos y recursos educativos (Puello, Cabarcas, & Martelo, 2013). Desde 2007, el Ministerio de Educación Nacional materializó el proyecto Plan Es TIC con el propósito de impulsar procesos de planeación estratégica para la incorporación de las TIC en los procesos educativos de las IES colombianas (Ministerio de Educación Nacional, 2012). Actualmente existe un número significativo de instituciones que ya cuentan con su plan estratégico, presentándose un escenario que permite empezar a intercambiar intereses, experiencias y proyectos, de manera que las IES involucradas se vean beneficiadas y que como producto de esto, el tema de incorporación de TIC en procesos educativos también se ve fortalecido a nivel nacional. (Colombia Aprende, 2009) La planeación estratégica de TI es indispensable para las instituciones de Educación Superior pues permite la preservación, y aseguramiento de la información siendo esta un activo valioso que requiere contar con estrategias de alto nivel que permitan el control y administración efectiva de los datos; decidiendo la capacidad tecnológica, adoptando y adaptando la tecnología, creando capacidades tecnológicas en las IES que permitan innovar en productos y servicios para ser más competitivas (Agudelo, Niebles, & Gallon, 2005).

A nivel mundial existen instituciones educativas que se caracterizan por su liderazgo en la aplicación de tecnologías, como es el caso de la Universidad de Stanford, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (EPFZ) de Suiza, y la Universidad de Cambridge; ahondan en la manera de aprender de sus alumnos, la incidencia de la tecnología en el proceso y la adaptación que necesitan los profesores a las innovaciones (Cano, Couto, Barbara, & Cristina F., 2014). Las universidades colombianas han recibido apoyo de universidades estadounidenses líderes en Transferencia de Tecnología entre ellas Arkansas, Connecticut, Misuri, Colorado, la Universidad del Sur de la Florida y la Universidad de Florida Central, con el objetivo de convertir sus investigaciones científicas exitosas, en empresas con potencial de crecimiento rápido, rentable y sostenido (MARTIN, 2013). El gobierno colombiano a través del Ministerio de las TIC sugiere que se soporte adecuadamente los procesos misionales de las organizaciones, potenciando la base tecnológica y de comunicaciones que apalanque la transformación y la estrategia de las instituciones en los diferentes sectores (Ministerio de Las Tecnologías de la Información, 2016). En Norte de Santander según el plan de Desarrollo de Norte de Santander (2016-2019) su objetivo es cerrar la brecha digital en el departamento a través del fortalecimiento del ecosistema digital en infraestructura tecnológica fijando una meta esperada para el año 2019 del 100% en Implementación PETI en las instituciones públicas de Norte de Santander. Teniendo en cuenta estos lineamientos y herramientas que proporcionan las entidades gubernamentales; a

las organizaciones se les dificulta implementar dichas estrategias ya que desconocen su nivel de madurez tecnológico y no poseen políticas internas para ayudar a los trabajadores a adaptarse a medida que se agregan nuevas tecnologías (karla, 2017), las cuales son puntos de partida para reducir la brecha existente y facilitar la implementación del Modelo IT4+ propuesto por Min TIC.

Michael Dooris, Director de Investigación sobre Planeación del Centro de Calidad y Planeación en The Pennsylvania State University, plantea un desarrollo progresivo y cada vez más maduro del sentido de la planeación estratégica, en el contexto de la educación superior (Cifuentes, 2006), de igual forma hay un renovado interés en la planeación estratégica de TI, dirigida en parte por los nuevos retos que afrontan las instituciones de educación superior, junto con la creciente toma de conciencia de que TI debe ser parte de la solución a estos retos. Dado lo anterior la planeación estratégica de TI se ha venido afianzando en las grandes universidades a nivel mundial como eje central para el desarrollo económico y sostenible. Las mejores universidades del mundo entre ellas, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Stanford University, Harvard University, California Institute of Technology (Caltech), University of Cambridge, University of Oxford, UCL (University College London), la Imperial College London entre otras cuentan con una sólida Planeación estratégica de TI orientada al desarrollo tecnológico, fortaleciendo sus procesos y contribuyendo en avances tecnológicos como lo menciona la prestigiosa revista Technology Review, editada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) los 10 avances científicos y tecnológicos que prometen revolucionar el mundo entre ellas herramientas para revertir la parálisis, un completo mapa de las células humanas y computadores cuánticos son algunos de los avances que se verán en los próximos años “Todas estas tecnologías tienen el poder de trascender. Afectarán la economía y nuestra política, mejorarán la medicina o influirán en nuestra cultura por tanto hay que conocerlas ahora”. (Ministerio de las Tecnologías de la Información, 2017).

## METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta el propósito del presente proyecto, de diseñar un modelo de planeación estratégica de tecnologías de la información para las instituciones de educación superior de norte de Santander que permita la alineación con el modelo IT4+ del ministerio de las TIC, se llevará a cabo una investigación cuantitativa, ya que de acuerdo con (García, 1995) para que exista metodología cuantitativa debe haber claridad entre los elementos de investigación desde donde esta inicia hasta donde termina, abordando los datos de manera estática y asignándole un significado numérico a través de la estadística, con la finalidad de hacer inferencias y de acuerdo con Tamayo (Tamayo, 2007), la metodología cuantitativa consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Del mismo modo se desarrolla una investigación descriptiva “La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

se analice” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003) y Según (G., 2012) dicha investigación consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Para la presente investigación se toma como población las Instituciones de Educación Superior de Norte de Santander con mayor número de estudiantes matriculados en el Departamento según Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES-2016) las cuales son Universidad de Pamplona -UNIPAMPLONA ubicada en la ciudad de Pamplona de carácter público, Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS ubicada en la ciudad de Cúcuta y seccional en Ocaña de carácter público, Universidad Simón Bolívar extensión Cúcuta - UNISIMON de carácter Privado, Universidad de Santander extensión Cúcuta-UDES de carácter privado. La muestra que se determina para la presente investigación son los líderes de los procesos del área tecnológica de cada una de las Instituciones de Educación superior de Norte de Santander definidas como población anteriormente.

## RESULTADOS

### *Componentes del modelo*

Gobierno de TI: La implantación de un sistema de Gobierno de las TI en una universidad va a ayudarla a: Establecer claramente su estrategia de TI y alinearla con la global de la universidad.

Determinar quiénes son los responsables de la planificación estratégica de las TI, de la toma de decisiones y de la explotación de las TI; ahorrar costes en las inversiones de TI, debido al establecimiento de gestión por proyectos y priorización de inversiones; disminuir los riesgos propios de las TI gracias a una adecuada gestión; dispone en todo momento de una evaluación y seguimiento del rendimiento; de los procesos y servicios basados en TI mediante los indicadores adecuados; alcanzar con más facilidad el cumplimiento normativo, la implantación de estándares internacionales y las certificaciones de calidad relacionadas con el Gobierno de las TI. En definitiva, la universidad obtiene un valor de retorno en forma de ahorro de costes pero también mejora su organización interna global, la satisfacción de los usuarios, su imagen corporativa y la proyección externa (CRUE, 2016).

Planeación Estratégica: Es la etapa que forma parte del proceso administrativo mediante la cual se establecen directrices, se definen estrategias y se seleccionan alternativas y cursos de acción, en función de objetivos y metas generales económicas, sociales y políticas; tomando en consideración la disponibilidad de recursos reales y potenciales que permitan establecer un marco de referencia necesario para concretar programas y acciones específicas en tiempo y espacio, logrando una precisión lo más probable del futuro para generar planes que puedan garantizar el éxito (Rojas López, Miguel David Medina Marín, & Laura Joha, 2011).

Brecha tecnológica: la brecha es el resultado de las diferencias existentes entre grupos que tienen acceso a contenidos digitales de calidad y aquellos que no. El concepto de brecha digital se ha modificado a través del tiempo. En un principio se refería

básicamente a los problemas de conectividad. Posteriormente, se empieza a introducir la preocupación por el desarrollo de las capacidades y habilidades requeridas para utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (capacitación y educación) y últimamente también se hace referencia al uso de los recursos integrados en la tecnología. Los términos de que se mide la brecha digital o tecnológica se hacen por medio de la masificación del uso de las tecnologías de la información y la comunicación, bien sea entre personas, grupos, empresas e incluso países. Y las variables tenidas en cuenta para esa medida son como la disponibilidad de computadoras, la densidad telefónica y la velocidad de acceso por persona (Pino, 2009). El desarrollo vertiginoso de las Tecnologías e Información y Comunicaciones (TIC), cambia las reglas de juego en las organizaciones, generando una brecha tecnológica que debe ser tratada para mejorar su competitividad frente al embate de las empresas extranjeras cada vez más presentes en el país (Arévalo, 2015).

Arquitectura Empresarial: “La arquitectura empresarial es un conjunto coherente de principios, métodos y modelos que se utilizan en el diseño y la realización a nivel empresarial de la estructura organizacional, los procesos de negocio, los sistemas de información y la infraestructura” (Lankhorst, 2005). El campo del conocimiento de la AE ha evolucionado con el objeto de hacer frente a dos problemas importantes que se presentan de forma creciente en la gestión de las tecnologías de la información (TI), los cuales son evidentes desde décadas atrás, pero que tienen un mayor impacto en la actualidad debido a la importancia que representan las TI para las organizaciones. El primer problema consiste en la capacidad de gestionar la creciente complejidad tecnológica de los sistemas de información en las organizaciones, mientras el segundo hace referencia al incremento en la dificultad de la generación de valor real por parte de los sistemas de información para las empresas (Arango, Londoño, & Zapata, 2010).

Modelo de Gestión IT4+: El modelo IT4+ es un modelo construido a partir de la experiencia, de las mejores prácticas y lecciones aprendidas durante la implementación de la estrategia de gestión TIC en los últimos 10 años. IT4+ es un modelo integral de gestión estratégica con tecnología cuya base fundamental es la alineación entre la gestión de tecnología y la estrategia sectorial o institucional. El modelo facilita el desarrollo de una gestión de TI que genera valor estratégico para el sector, la entidad, sus clientes de información y usuarios. Está conformado por los siguientes componentes: Estrategia de TI, Gobierno de TI, Análisis de información, Sistemas de información, Gestión de servicios tecnológicos, Apropiación y uso (Ministerio de Las Tecnologías de la Información, 2016).

Estrategia de TI: Es un dominio con el fin de apoyar el proceso de diseño, implementación y evolución de la Arquitectura TI en las instituciones, para lograr que esté alineada con las estrategias organizacionales y sectoriales (Ministerio de Las Tecnologías de la Información, 2016).

Criterios de Calidad: Los criterios de calidad tecnología de la información son aquellos que garantizan la operación de toda la plataforma tecnológica y servicios asociados. Ejemplos de criterios de calidad son: alta disponibilidad, recuperación ante desastres, capacidad para responder de manera rápida y

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

controlada a las demandas de crecimiento de los servicios (escalabilidad), uso de mejores prácticas como ITIL e ISO 20000. (Ministerio de Las tecnologías de la Información, 2016). Gestión de Servicios de TIC: El constante crecimiento de las Tecnologías de la Información (TI). Los nuevos requerimientos y la necesidad que tienen las empresas de contar con servicios TI de calidad, hace que las organizaciones se preocupen por administrar eficientemente sus recursos, entregar y dar soporte óptimo de servicios TI. En este sentido. La Gestión Servicios de TI se enfoca en el soporte y la entrega de los servicios de Tecnologías de la Información (De la Cruz & Mauricio, 2007).

Infraestructura de Centro de Datos: Los centros de datos se pueden definir como tres infraestructuras paralelas: TI, electricidad y refrigeración. Las tres infraestructuras tienen que ser perfectamente compatibles y estar armonizadas y optimizadas para lograr el funcionamiento perfecto de una instalación crítica. La infraestructura de TI se compone principalmente de los equipos de TI con su software asociado. Los equipos se clasifican normalmente en tres categorías: servidores, conmutadores de red y espacio de almacenamiento (memoria). Cada grupo tiene su función exclusiva, aunque en muchos casos los servidores incluyen almacenamiento. Esta infraestructura es donde se instalan las funciones principales de los centros de datos y donde se entregan los servicios de TI. En los centros de datos se ejecuta una gran variedad de software, virtualización, bases de datos, hospedaje de web, sistemas operativos y nubes (Rytoft, 2013).

Mapas estratégicos: Un mapa estratégico debe proporcionar un modo simple, coherente y uniforme para describir la estrategia de una empresa, con el fin de poder establecer objetivos e indicadores y, lo que es más importante, poderlos gestionar. De este modo el mapa estratégico se convierte en el eslabón que faltaba entre la formulación de la estrategia y su ejecución (Martinez & Milla, 2012).

## CONCLUSIONES

A nivel nacional se observan lineamientos del gobierno Colombiano en cuanto a planeación estratégica de Gestión de la Tecnología de información, a través del Ministerio de Tecnologías de la Información lideran una propuesta para el sector público de la estructura que deben tener los Planes estratégicos de Tecnologías de la Información basado en el modelo IT4+ que conecta la Estrategia con el Negocio y la Gestión de TI, a través de sus dimensiones: Estrategia de TI, Gestión de TI, Gobierno de TI, Información, Sistemas de Información, Servicios Tecnológicos y del Uso y Apropiación (Ministerio de Las Tecnologías de la Información, 2016). En el ámbito de las Instituciones de Educación Superior la mejor Universidad de Colombia de acuerdo con el Ranking de Universidades Colombianas, Revista Dinero, 2017. La Universidad Nacional de Colombia a través de la Dirección Nacional de Tecnologías de la Información y Comunicaciones DNTIC y en concordancia con el programa de gobierno y las necesidades instituciones tendientes al plan global de desarrollo 2016-2018 poseen un plan estratégico de Tecnología V.1.0 actualizado (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

A nivel regional al revisar aspectos generales de la planeación estratégica de TI en el departamento de Norte de Santander y

teniendo en cuenta las Universidades con mayor número de estudiantes Según el Sistema Nacional de Información de La Educación Superior (SNIES-2016) en Norte de Santander se observa que; La universidad de Pamplona con 43.571 estudiantes matriculados, dentro de sus servicios de consultoría PLATAFORMA hacen mención de la planeación estratégica de Tecnologías de la Información CIADTI (CIADTI, 2016). La Universidad Francisco de Paula Santander con 48.954 estudiantes matriculados, se diseñó una propuesta de Planeación Estratégica de Tecnologías de la Información denominado Diseño De Un Plan Estratégico De Tecnologías De Información Para La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña (SANGUINO, LOBO, & ARRIETA, 2015).

De otra parte, la Universidad Simón Bolívar seccional Cúcuta con 8665 estudiantes matriculados; dentro de su plan estratégico de Desarrollo (2013-2017) contempla la Consolidación del uso y apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos académicos y administrativos, pero no se evidencia una planeación Estratégica de Tecnologías de la Información. Del mismo modo se tiene que la Universidad de Santander UDES con 4.963 estudiantes Matriculados, en su Plan de Desarrollo (2013-2018) uno de los ejes estratégicos de desarrollo es la incorporación de Tecnologías de la Información, donde ha fortalecido su infraestructura física, tecnológica y logística para garantizar el ejercicio de la docencia, la investigación y el bienestar. La Universidad de Santander posee una infraestructura tecnológica (audiovisuales, conectividad, equipos de laboratorio) dedicados a la docencia como un aporte significativo al mejoramiento de la calidad de la educación, además de sus laboratorios, espacios de estudios y trabajo individual o en grupo, recursos bibliográficos (Bases de datos, publicaciones, entre otros), tanto en soporte físico como digital.

En Norte de Santander según el plan de Desarrollo de Norte de Santander "Un Norte Productivo para Todos" (2016-2019) en su eje temático competitividad e innovación a través de las TIC cuyo objetivo es cerrar la brecha digital en el departamento a través del fortalecimiento del ecosistema digital en infraestructura tecnológica, servicios, aplicaciones, al observar que para el año 2015 la proporción de la implementación de planes estratégicos de Tecnología de la Información es del 0%, se fija una meta esperada para el año 2019 del 100 % en Implementación PETI en las instituciones de Norte de Santander.

## REFERENCIAS

- [1] Jan L. Rochetti, "An Integrated Balanced Scorecard Strategic Planning Model for," *Journal of Practical Consulting*, pp. 25-35, 2006.
- [2] Marilen Pirtea, Cristina Nicolescu, and Claudiu Botoc, "The role of strategic planning," *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, vol. 11, no. 2, pp. 953-957, 2009.
- [3] Abdul Maizura Rashida et al., "The Importance of Perceived Leadership Elements in Strategic Planning at Public University," *In Procedia Economics and Finance*, vol. 39, pp. 422-426, 2016.
- [4] Sean T Hannah, Pierre A Balthazard, David A Waldman,

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- Peter L Jennings, and Robert W Thatcher, "The psychological and neurological bases of leader self-complexity and effects on adaptive decision-making," *Journal of Applied Psychology*, vol. 98, no. 3, pp. 393-411, 2013.
- [5] W. Jiménez, *Introducción al estudio de la teoría administrativa*. México: FCE, 1982.
- [6] P Kotler, *Mercadeo de servicios profesionales*. Santafé de Bogotá, Colombia: Legis, 1990.
- [7] Ministerio de Las tecnologías de la Informacion, "G.ES.06 Guía Cómo Estructurar el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información - PETI," Bogotá D.C, 2016.
- [8] Joaquín Rodríguez Valencia, *Cómo aplicar la planeación estratégica a la pequeña y mediana empresas (6a. ed.)*. Distrito Federal, MÉXICO : Cengage Learning , 2016.
- [9] Nicholas Stern, *A Strategy for Development*. Washintong DC: Library of Congress Cataloging, 2002.
- [10] Information Systems Department, Bina Nusantara University, Influence of IS adoption and IS capability to IS innovation and IS strategic planning and its implications to competitive advantage of private higher education institution, 2016.
- [11] Michael Q Cannon, The Importance of IT Strategic Planning and How to Approach It, Mayo 05, 2016.
- [12] University Oxford, "The IT Strategic Plan," University of Oxford, Reino Unido, 2013.
- [13] University Harvard, "CIO Council Updated IT Strategic Plan," University Harvard, Cambridge, Massachusetts, EE.UU, 2015.
- [14] G Kaminski, "The causes of Banking and Balance of Payments Problems," *american economic review*, pp. 473-500, 2000.
- [15] Universidad Nacional de Colombia, Actualización Plan Estratégico de Tecnología, 2016, Extraído ScienceDirect.
- [16] Universidad de Pamplona, Plan de Desarrollo Institucional 2012-2020, 2012.
- [17] Universidad Simon Bolívar, Plan Estratégico de Desarrollo (2013-2017), 2013.
- [18] Universidad de Santander UDES, Plan de Desarrollo (2013-2018), 2013.
- [19] UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, "PLAN DE DESARROLLO 2011-2019 ," Cucuta, 2011.
- [20] Ministerio de las Tecnologías de la Información. (2017, May) MINTIC. [Online]. HYPERLINK "<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-7967.html>" <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-7967.html>
- [21] Niu Yujie and Xindi Wang, Research on the matching of IT strategic planning and business strategy, 2010.
- [22] Plinio Puello, Amaury Cabarcas, and Raul Martelo, "Sistema de Información Gerencial para la Administración de Recursos Educativos," *Formacion Universitaria*, vol. 6, no. 5, p. 8, 2013.
- [23] Ministerio de Educacion Nacional. (2012, Mayo) Universidades lideran la planeación estratégica en la incorporación de TIC.
- [24] Colombia Aprende. (2009) Planes TIC en las IES colombianas.
- [25] Elena Agudelo , Lina Maria Niebles, and Luciano Gallon, "La gestión tecnológica como herramienta de planeación estratégica y operativa para las unidades de información," vol. 28, no. 2, pp. 89-114, 2005.
- [26] Rosa Jimenez Cano, Rodrigo Carrizo Couto, Barbara Celis , and Cristina F. Pereda. (2014, Octubre) Las universidades más punteras del mundo en el uso de las tecnologías.
- [27] JOSE MARTIN. (2013, Marzo) 6 universidades estadounidenses apoyan a Colombia en Transferencia de Tecnología.
- [28] Ministerio de Las Tecnologías de la Informacion, "DOCUMENTO - VERSIÓN ACTUALIZADA DEL MODELO DE GESTION IT4+," Bogotá D.C, 2016.
- [29] karla Fernandez , "¿Conoce el nivel de madurez tecnológica que tiene en su empresa?," *ITNOW*, 2017.
- [30] Jairo Cifuentes, "Experiencias de Planeación en la Pontificia Universidad Javeriana," in *Seminario Internacional "Dirección Estratégica Universitaria"*, Barcelona, 2006.
- [31] Maria Edelmira La Rosa Garcia, "Proyecto de Investigacion," 1995.
- [32] Mario Tamayo, *El Proceso de la Investigación Científica*. Mexico: Noriega Editores, 2007.
- [33] R Hernández, C Fernández, and P Baptista, *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill, 2003.
- [34] Arias Fidas G., *El Proyecto de Investigación, Introduccion a la metodología Científica*. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: EPISTEME, C.A, 2012.
- [35] CRUE, "Gobierno de Tecnologías de las tecnologías de la informacion en Universidades," in *Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas*, Madrid, 2016, p. 9.
- [36] Rojas López, Miguel David Medina Marín, and Laura Joha, Planeación estratégica: fundamentos y casos, 2011.
- [37] Rosa Maria Alvarez Pino, "Que es la brecha digital o tecnologica," *Universidad ICESI*, 2009.
- [38] J., Bayona., R. y Dewar, R. Arévalo, "El problema de la brecha tecnológica: Un asunto de cultura," *Sinapsis*, pp. 35-43, 2015.
- [39] M. Lankhorst, "Enterprise Architecture at Work - Modeling," p. 352 p, 2005.
- [40] Martín Darío Serna Arango , Jesus Enrique S Londoño , and Julian Andres Cortes Zapata, "ARQUITECTURA EMPRESARIAL – UNA VISIÓN GENERAL," *Revista*

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

*Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 9, no. 16, pp. 101-111, Enero/Junio 2010.

- [41] Angela De la Cruz and David Mauricio, "Una Revisión de la Gestión de Servicios de Tecnologías de Información," *Revista de investigación de Sistemas e Informática UNMSN*, vol. 4, no. 1, 2007.
- [42] Claes Rytøft, "Centros de datos," *ABB Review*, p. 84, 2013.
- [43] Daniel Pedrós Martínez and Artemio Gutierrez Milla, "Mapas estratégicos," in *La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 2012, p. 25.
- [44] CIADTI. (2016) Centro de Investigación Aplicada y

Desarrollo en Tecnologías de la Información. [Online].  
HYPERLINK ["http://www.ciadti.com.co/"](http://www.ciadti.com.co/)  
<http://www.ciadti.com.co/>

[45]MAGRETH SANGUINO, CINDY LOBO, and MARIA ARRIETA, Diseño de un Plan Estratégico de Tecnologías de la Información para la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2015.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Obtención y análisis del espectro de potencia normalizado de algunos códigos de línea

Carlos Vanegas

Universidad Distrital Francisco

José de Caldas

Bogotá-Colombia

Facultad Tecnológica

cavanegas@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero

Universidad Distrital Francisco

José de Caldas

Bogotá-Colombia

Facultad Tecnológica

rrodriguezg@udistrital.edu.co

Gerardo Castang Montiel

Universidad Distrital Francisco José

de Caldas

Bogotá-Colombia

Facultad Tecnológica

gacastangm@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En el presente artículo se realiza el análisis espectral de algunos de los códigos de línea más utilizados o comunes en la representación eléctrica de una secuencia binaria de datos, con el propósito de validar su comportamiento espectral, así como, su dependencia de los parámetros tasa de bit ( $R$ ) que corresponde a la velocidad a la cual se transmiten los datos, en bits por segundo; frecuencia ( $f$ ) definida como aquellas bandas o rangos en las que se distribuyen los componentes de potencia, dada en Hertz y tiempo de bit ( $T_b$ ) que corresponde al tiempo que dura la presencia o transmisión de un bit, dada en segundos y su incidencia en las gráficas de la densidad espectral de potencia, describiendo el comportamiento de los códigos de línea en cada caso.

### ABSTRACT

In this article the spectral analysis of some of the most commonly used or common line codes in the electrical representation of a binary data sequence is carried out, with the purpose of validating its spectral behavior, as well as its dependence on the parameter bit rate ( $R$ ) that corresponds to the rate at which the data is transmitted, in bits per second; frequency ( $f$ ) defined as those bands or ranges in which the power components are distributed, given in hertz and bit time

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

( $T_b$ ) which corresponds to the

time that lasts the presence or transmission of a bit, given in seconds and its incidence in the graphs of the spectral density of power, describing the behavior of the line codes in each case.

### Términos Generales

comunicaciones, transmisión de datos, señales digitales.

### Palabras clave

Códigos de Línea, Análisis Espectral, Densidad Espectral de Potencia, Representación de Señales.

### INTRODUCCIÓN

Los códigos de línea permiten realizar la representación de una secuencia de datos a través de pulsos o señales digitales. Para toda señal, es necesario conocer su comportamiento tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Este análisis permite conocer cuál es el ancho de banda efectivo de la señal, que permita realizar el procesamiento y/o transmisión de la misma. Realizar la convalidación de la teoría asociada al análisis espectral de señales, posibilita determinar el comportamiento en el dominio de la frecuencia de algunos de los códigos de líneas más utilizados o conocidos como son: el unipolar sin retorno a cero (Unipolar NRZ), polar sin retorno a cero (Polar NRZ), unipolar con retorno a cero (Unipolar RZ), bipolar con retorno a cero (Bipolar RZ), codificación bifase (Manchester).

### OBJETIVOS

Se plantea analizar el caso de la densidad espectral de potencia normalizada, cuando el parámetro de la tasa de bits es igual al parámetro de frecuencia, donde se analizan dos casos: el primero (caso 1-A), para una tasa de bits de un bit por segundo, y el segundo (caso 1-B), para una tasa de bit de mil bits por segundo, pretendiendo observar el efecto de la variación de la tasa de bits de una transmisión de información en las gráficas resultantes de la densidad espectral de potencia de los códigos de línea utilizados.



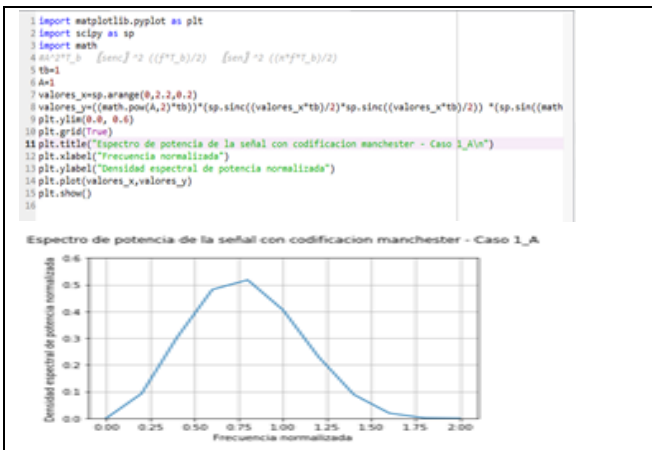
Así mismo, se define el parámetro de amplitud  $A$  en cada ecuación para la obtención de la densidad espectral de potencia que se ajusta para el caso normalizado. En estos casos, el valor de la frecuencia normalizada se multiplica por el valor de  $R$ , en el eje  $x$ , y el de la densidad espectral de potencia se multiplica por el valor de  $T_b$ , en el eje  $y$ .

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Se plantea la obtención y el análisis de las gráficas de la densidad espectral de potencia en el caso normalizado, comparando el efecto de la variación del parámetro de la tasa de bits ( $R$ ), analizando cada gráfica según el caso.

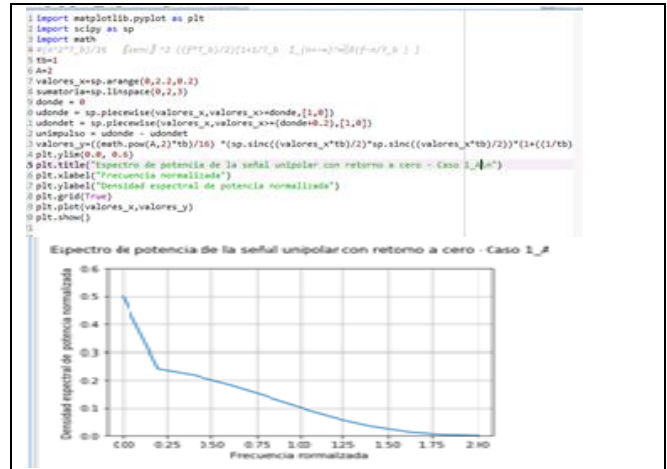
Para la obtención de las gráficas de la densidad espectral de potencia normalizada, se utilizan las expresiones correspondientes de la función de densidad espectral de potencia definida para los códigos de línea analizados, las cuales se representan en las líneas de código correspondiente en el lenguaje de programación Python.

*Caso 1-A:  $R=1\text{bps}$ ,  $f=1\text{Hz}$ ,  $T_b=1$  segundo; donde  $T_b=1/R$ , siendo  $f=R$  y se especifica el parámetro amplitud  $A$ , para el caso normalizado.*



**Figura 2.** Figura 1. Densidad espectral de potencia de una señal con codificación Manchester,  $R=1$  bps, caso normalizado.

**Figura 3.** Al analizar la forma de onda resultante, se evidencia que se encuentra la forma de onda prevista para la señal con codificación Manchester y no existe componente de dc (componente de corriente directa, para  $f=0$ ); en este caso, su señal de densidad espectral de potencia se asocia con una función de distribución de probabilidad gaussiana, con su valor máximo alrededor de  $f=0.75$ , y con un valor de densidad espectral de potencia de 0.5, para  $A^2=1$ .



**Figura 4.** Figura 2. Densidad espectral de potencia de una señal con codificación unipolar con retorno a cero.

Se cumple con la forma de onda esperada, presenta una función decreciente con su valor máximo en cero hasta dos, y tiene un componente dc en cero, y una función delta de peso o magnitud 0.25 para  $f=0$ , con un valor de densidad espectral de 0.5; así mismo, se debe incluir una función delta de peso o magnitud 0.1 para  $f=1$ ; esto para  $A^2=4$ .



**Figura 5.** Figura 3. Densidad espectral de potencia de una señal unipolar sin retorno a cero

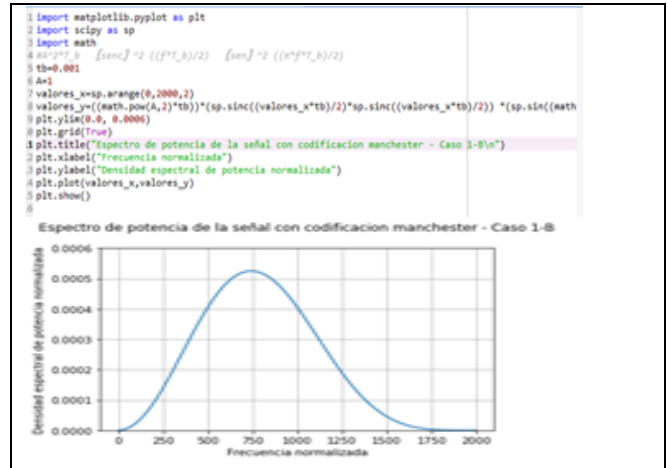
Para este caso, se presenta un componente dc, con un valor máximo de 0.5 en la densidad espectral de potencia y un componente de la función delta para  $f=0$ , con peso o magnitud de 0.5, presentando un cruce por cero alrededor de  $f=1$ , para  $A^2=2$ .

donde  $f=R$ , y se mantiene el valor del parámetro de amplitud  $A$ , igual en cada caso.



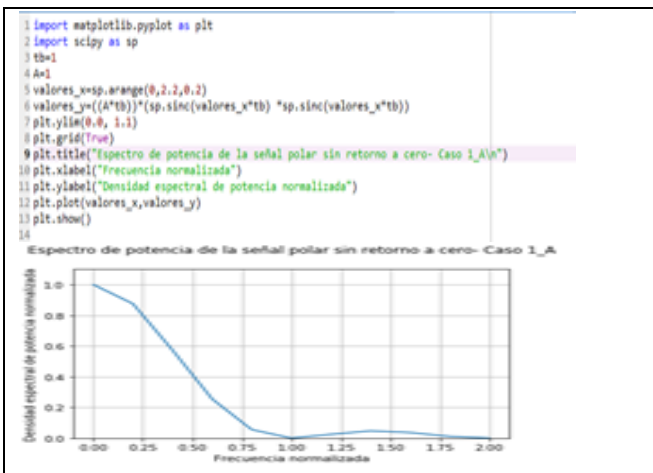
**Figura 6.** Figura 4. Densidad espectral de potencia de la señal bipolar con retorno a cero

Para este caso, se cumple con la forma de onda esperada de la densidad espectral de potencia, no presenta componente de dc, ni hay componente asociado de la función delta, presentando un cruce por cero para  $f=1$ , y su valor máximo alrededor de  $f=0.5$ , con un valor cercano a 0.8, esto para  $A^2=4$ . Además, presenta un incremento o presencia de la densidad espectral de potencia en  $f=1.3$ , con una excursión de 0.1.



**Figura 8.** Figura 6. Densidad espectral de potencia de una señal con codificación Manchester, para  $R=1000$  bps, caso normalizado.

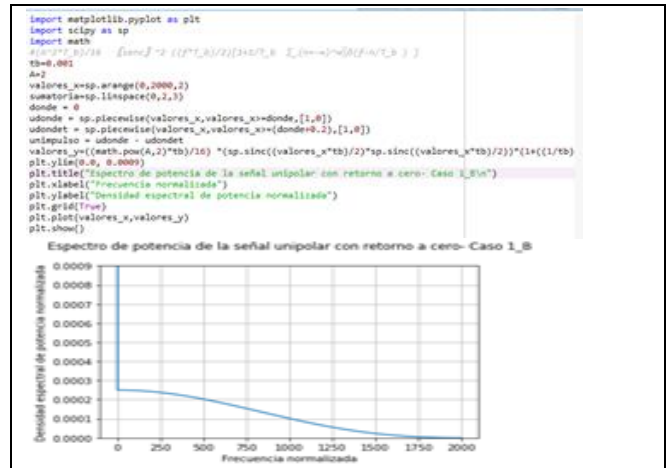
Se identifica una forma de onda más suavizada, o uniforme, con un valor máximo alrededor de  $f=750$ Hz, pero el valor máximo de la densidad de potencia normalizada es un poco mayor a 0.0005, debido a que el valor de  $T_b$  es un milisegundo. El parámetro de amplitud para el caso normalizado se mantiene en  $A^2=1$ .



**Figura 7.** Figura 5. Densidad espectral de potencia de la señal polar sin retorno a cero.

Para este caso, existe componente de dc, para  $f=0$ , presentando el valor máximo de salida de la gráfica de la densidad espectral de potencia normalizada; es una función decreciente que presenta un cruce por cero alrededor de  $f=1$ , es decir, que los mayores componentes de potencia se encuentran alrededor de  $f=0$  hasta  $f=1$ , presentando un leve incremento o presencia de la densidad espectral de potencia entre  $f=1$  y  $f=2$ .

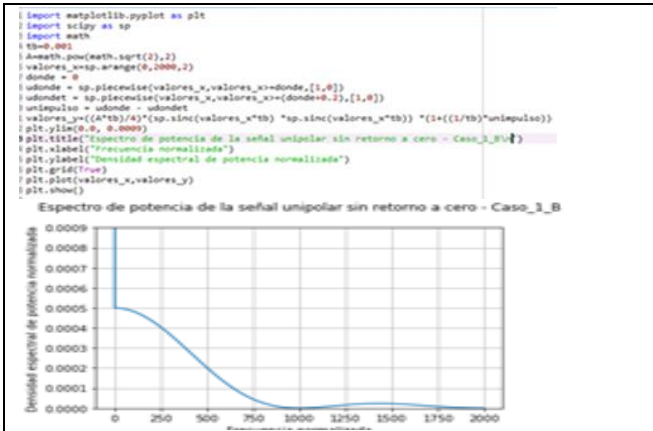
*Caso 1-B:  $R=1000$  bps,  $f=1000$ Hz,  $T_b=1$ mseg=0.001 segundos. Caso normalizado,*



**Figura 9.** Figura 7. Densidad espectral de potencia de una señal unipolar con retorno a cero, para  $R=1000$ bps, caso normalizado.

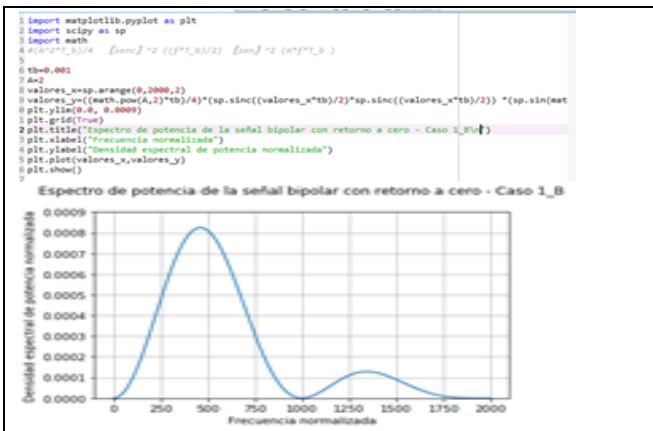
Se evidencia la existencia del componente de dc, así como, la presencia de los componentes de la función delta para  $f=0$ , y se debe incluir un componente de la función delta para  $f=1000$ ; la gráfica de la función de densidad espectral es una señal decreciente, que tiende a cero para  $f=2R$ . El valor máximo de la densidad espectral de potencia es cercano a 0.0002. Para este

caso, el parámetro de amplitud se mantiene en  $A^2=4$ , para el caso normalizado.



**Figura 10.** Figura 8. Densidad espectral de potencia de la señal unipolar sin retorno a cero, con  $R=1000$  bps, caso normalizado.

Se presenta una señal suavizada, que presenta un componente de dc, para  $f=0$ , de 0.0005 y un componente de la función delta para esta misma frecuencia de magnitud o peso de 0.0005, presentando un cruce por cero para  $f=1000$ , y tendiendo a cero para  $f=2000$ , o equivalente a  $f=2R$ . Es decir, que los componentes significativos de magnitud o de densidad espectral se encuentran en el rango de  $f=0$  a  $f=1000$  Hz. El parámetro de amplitud  $A^2=2$ .

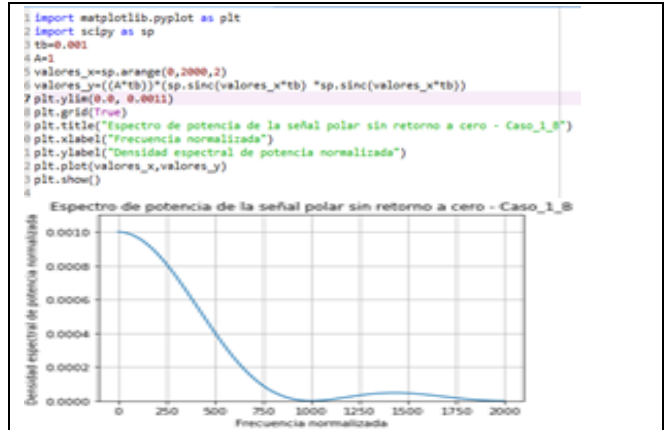


**Figura 11.** Figura 9. Densidad espectral de potencia de una señal bipolar con retorno a cero, para  $R=1000$ bps, caso normalizado.

Se encuentra una señal continua, suavizada, con un valor máximo en la densidad espectral de potencia alrededor de 0.0008, para una frecuencia cercana de 500 Hz, en el rango de 0 a 1000 Hz. Existen otros componentes de potencia de la señal en el rango de 1000 Hz a 2000 Hz, con una frecuencia cercana a los 1300 Hz, para obtener componente de potencia de señal por encima de 0.0001. Para este caso  $A^2=4$ .

Esta señal podría filtrarse utilizando un filtro pasabanda entre los 250 Hz y los 750 Hz, es decir, con un ancho de banda de 500

Hz, para la obtención de los componentes más significativos de la densidad espectral de potencia de la señal. Un filtro pasabanda es aquel filtro que solo deja pasar una banda de frecuencia determinada, particularmente aquella en la que se encuentran los componentes de potencia más relevantes o significativos de la señal.



**Figura 12.** Figura 10. Densidad espectral de potencia de una señal polar sin retorno a cero, para  $R=1000$  bps, caso normalizado.

Se muestra una señal continua, con una forma de onda suavizada, que presenta un componente dc para  $f=0$ , con un valor máximo de excursión de señal de 0.0001; esta señal presenta un cruce por cero para  $f=1000$ Hz, y tiende a cero cuando  $f=2000$  Hz; los máximos niveles de densidad de potencia de señal se encuentran entre 0 y 500 Hz, siendo la forma de onda una señal decreciente. En este caso  $A^2=1$ .

Se podría utilizar un filtro pasabajas, entre 0 y 750 Hz, para extraer los componentes significativos de potencia de señal, y no teniendo en cuenta los efectos de los componentes armónicos de la señal, ya que sus niveles de potencia de señal no se tendrían en cuenta. Un filtro pasabajas es aquel filtro que solo deja pasar las bandas inferiores de frecuencia, particularmente aquella en la que se encuentran distribuidos los componentes de potencia significativos de la señal.

## RESULTADOS

Las señales unipolares sin retorno a cero y con retorno a cero, así como, la señal polar sin retorno a cero, introducen componentes de corriente directa (dc), para  $f=0$ , como también, la presencia de los componentes de la función delta para el caso de las señales unipolares, lo que requiere un proceso de filtrado adecuado, para el tratamiento y manejo de dichas señales. Los mayores componentes de magnitud de la densidad espectral de potencia en estas señales se encuentran en dicha frecuencia, por lo que, se podría utilizar un filtrado pasabajas para la obtención de tales componentes de frecuencia en los que se concentra la mayor cantidad de potencia de la señal.

Las señales bipolares con retorno a cero y la señal Manchester, no presentan componentes de dc, en las cuales se podría realizar un filtrado pasabanda de señal, para la obtención de los

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

componentes de frecuencia en los cuales se concentran los componentes significativos de potencia de la señal.

En las señales unipolares con retorno a cero y sin retorno a cero, se evidencia la presencia de la componente de corriente directa y además, la presencia de los componentes de la función impulso unitario.

En todos los casos, se evidencia la influencia de la señal Seno (sinc) al cuadrado en las gráficas del espectro de las señales; y particularmente de la función Seno (sin) al cuadrado y la función anterior, en las gráficas del espectro de las señales bipolares con retorno a cero (Bipolar RZ) y las señales Manchester, en la cual se elimina la presencia de la componente de corriente directa.

## CONCLUSIONES

Para el caso 1-A, se encuentran las gráficas del espectro de los códigos de línea de acuerdo con la teoría para el caso normalizado, según lo planteado en los libros de texto que abarcan esta temática. También, se verifica que los valores de la frecuencia normalizada se multiplican por el valor de R, en el eje x, y los de la densidad espectral de potencia se multiplican por el valor de  $T_b$ , en el eje y.

Para el caso 1-B, se siguen manteniendo las características de la función de densidad espectral de potencia, para el caso normalizado, cuando  $f=R$ ; lo que se evidencia es el efecto del parámetro  $T_b$  en los niveles de excursión de potencia, es decir, cuando la tasa de datos aumenta (R), la frecuencia aumenta (f), pero el tiempo de bit disminuye ( $T_b$ ), porque es inversamente proporcional a la tasa de datos o frecuencia de datos (fb), por lo cual, los valores de magnitud de la densidad espectral de potencia disminuye, ya que se encuentra en una relación directa con el parámetro tiempo de bit.

Al comparar las gráficas de la densidad espectral de potencia normalizada, se evidencia que al aumentar el valor del parámetro tasa de bits (R), las formas de onda de la señal resultante se presentan de forma continua o suavizada, sin picos o segmentos de línea, que cuando se tiene un valor menor del parámetro tasa de bits (R).

La interfaz de programación y graficación de Python, resulta útil para el análisis de señales, por medio de la interpretación de funciones matemáticas ampliamente utilizadas en los sistemas de comunicación y de codificación de señales.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios y a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por habernos acogido y brindarnos la oportunidad de desarrollar nuestra labor docente y poder crecer como personas en la interacción con nuestros estudiantes, compañeros y la comunidad en general.

## REFERENCIAS

[1] Haykin, (S). (2006).Sistemas de Comunicación. Mexico, D.F., MX: Limusa Wiley.

[2] Haykin, (S). Van Veen, (B). (2004). Señales y Sistemas. Mexico, D.F., MX: Limusa Wiley.

[3] Couch, (L.W). Sistemas de Comunicaciones Digitales: Pearson.

[4] Proakis, (J.G). Salehi, (M). (2005). Fundamentals of Communication Systems.New Jersey, USA: Pearson Prentice Hall.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Perspectiva general sobre el uso de las TIC en el estado de Guerrero

Amando Luis Vera González  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Calle 1, No. 20, Ampliación Lázaro Cárdenas,  
Chilpancingo, Guerrero, México.  
7471127280  
amandovera@uagrovirtual.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El impacto que han tenido las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la sociedad ha sido de gran importancia. Ya que a diario van emergiendo mejores tecnologías y es muy difícil saber cuál será la nueva que nos ayudará a mejorar nuestro estilo de vida, la creación del Internet ha potenciado mucho a las TIC de tal modo que se ha vuelto una necesidad para la comunicación y generación de conocimiento de las personas.

En este artículo se presenta una descripción del panorama general del acceso y uso de las TIC en el Estado de Guerrero, desde cómo se promulga el derecho al acceso de las TIC en el artículo 6° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, continuando con un análisis de la Encuesta Nacional sobre la Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares 2017 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con el propósito de describir las condiciones actuales en el uso y acceso a las TIC en el Estado de Guerrero.

### ABSTRACT

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

The impact that Information and Communication Technologies (ICT) have had on society has been of great importance. Since a day is emerging better technologies and it is very difficult to know how to welcome our lifestyle, the creation of the Internet has greatly enhanced the ICT in such a way that it has become a necessity for communication and generation of knowledge of people.

This article presents a description of the general panorama of access and the use of ICT in the State of Guerrero, since then the right of access of ICTs is enacted in Article 6 of the Political Constitution of the United Mexican States, continuing with an analysis of the National Survey on the Availability and Use of Information Technologies in Homes 2017 of the National Institute of Statistics and Geography (INEGI).

### Categorías y descriptores temáticos

Social and profesional Topics

### Términos generales

Acceso a las TIC, Uso de las TIC, Estado de Guerrero.

### Palabras clave

TIC, Estadísticas, Internet, Tecnología.

### Keywords

ICT, Statistics, Internet, Technology.

### INTRODUCCIÓN

La adopción y el uso de las TIC se han incrementado de manera exponencial en gran parte de las sociedades. La incorporación de estas a la vida cotidiana fue lenta en un inicio, debido a los altos costos y a la poca penetración de las redes. Sin embargo,



# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

conforme las tecnologías han mejorado y reducido sus costos, se ha propagado su uso a nivel mundial. La adopción global de la telefonía móvil, así como el rápido crecimiento de la banda ancha, han promovido que el flujo de ideas y de mercancías se dé en un entorno global. Las TIC modificaron la manera en la que la gente se informa, comunica, divierte, hace negocios, trabaja y estudia y, en consecuencia, se han convertido en el elemento que ha contribuido al desarrollo de las sociedades que han sabido incorporarlas y aprovecharlas en sus actividades cotidianas.

En nuestro país (México) a partir de la Reforma de Telecomunicaciones se alcanzó un gran avance para el acceso de las Tecnologías de la Información y Comunicación para la población. Se adicionó al artículo 6° de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) por Decreto en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 11 de junio de 2013 un párrafo sobre el derecho al acceso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), donde establece lo siguiente: El Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet. Para tales efectos, el Estado establecerá condiciones de competencia efectiva en la prestación de dichos servicios [1].

Existen en el país organismos encargados de regular lo planteado en el art. 6° de la CPEUM como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y alguna otra que surgieron a partir de lo adicionado al derecho al acceso de las TIC como el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), así como la Ley Federal de Telecomunicaciones (LFT).

La LFT tiene como objeto regular el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes públicas de telecomunicaciones, el acceso a la infraestructura activa y pasiva, los recursos orbitales, la comunicación vía satélite, la prestación de los servicios públicos de interés general de telecomunicaciones y radiodifusión, y la convergencia entre éstos, los derechos de los usuarios y las audiencias, y el proceso de competencia y libre concurrencia en estos sectores, para que contribuyan a los fines y al ejercicio de los derechos establecidos en la CPEUM [2].

Por otro lado, el IFT su principal objetivo es: el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión [3]. Se encarga de regular, promover y supervisar el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes y la prestación de los servicios de telecomunicaciones y la radiodifusión (TyR) en México, así como el acceso a infraestructura y otros insumos esenciales, contribuyendo a garantizar el derecho a la información y el acceso universal a dichos servicios [3].

El impulso del derecho al acceso de las Tecnologías de la Información y Comunicación ha desarrollado una evolución de los sectores de Telecomunicaciones y Radiodifusiones. Algunos de los cambios que ha traído consigo este nuevo derecho a través del IFT son: La eliminación de la Larga Distancia Nacional hicieron de los usuarios finales de 2015 a 2018 un

ahorra de \$133, 720 millones de pesos [4] En junio de 2013, 51 de cada 100 hogares contaba con televisión de paga para marzo de 2018 aumentó a 67 de cada 100 [4].

México conectado es un programa del Gobierno de la República que garantiza el derecho constitucional de acceso a Internet de banda ancha, a través de un proceso que lleva la conectividad a sitios y espacios públicos en los estados. Dando como beneficios: el mejoramiento y calidad de los servicios, disminución de la brecha digital mediante acceso a internet y ahorro de recursos públicos aprovechando la infraestructura [5].

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del gobierno federal, parece que, en el estado de Guerrero, el acceso a las TIC aún es limitado, debido a lo anterior es necesario conocer las condiciones actuales en el uso y acceso a las TIC en el estado para poder crear estrategias para fomentar la inclusión y el desarrollo de habilidades digitales, para que todos los sectores sociales puedan aprovechar y utilizar las TIC de manera cotidiana.

## OBJETIVOS

- Describir las condiciones actuales que tiene el estado de Guerrero al acceso de las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)
- Analizar qué usos hay de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la población del estado de Guerrero.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

EL presente trabajo es una investigación cuantitativa que indaga las condiciones que tiene el estado de Guerrero para describir los aspectos generales que tiene el estado de Guerrero al acceso y uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

A través de los resultados obtenidos de la ENDUTIH 2017 se analizarán los datos por entidad federativa, por hogar y usuarios, donde podemos encontrar categorías por sexo, edad, frecuencia de uso de esa manera realizar una descripción con los datos obtenidos comparándolos con los que hay a nivel nacional y poder hacer un contraste sobre las diferencias que puede existir en el estado de Guerrero en relación con el resto del país.

## RESULTADOS

A continuación, se presenta un diagnóstico de la situación actual del estado de Guerrero en comparación con la que hay con los otros estados y a nivel nacional. En este análisis podrá apreciar 3 tipos de usuarios que destacan en el estado: los usuarios de computadoras, los usuarios de internet y por último los usuarios de telefonía. En estos tres tipos de usuarios es en los que se centran los análisis definiendo características de sexo, edad y frecuencia de uso, así como los principales usos que se les da al equipamiento de TIC.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2017 nos muestra los resultados obtenidos en dos categorías: Equipamiento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el hogar y Usuarios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Para la primera categoría se hizo un comparativo de los principales equipamientos que podemos encontrar en los hogares mexicanos a nivel nacional y en el estado de Guerrero (Véase tabla 1). A nivel nacional existen 34 165 268 hogares de los cuales en el estado de Guerrero hay 953 913 hogares [6]

El 29.3% de los hogares con computadora que hay en el estado 23.5% proviene de las áreas urbanas mientras que solo el 5.8% de las áreas rurales. El 99.8% de los hogares que cuentan con internet aseguran que cuentan con una banda ancha como medio de conexión.

86.4% de los hogares que cuentan con televisión, 27.3% son equipos analógicos y 57.9% digitales. Mientras que un 14.8% cuenta con ambos equipos. México es el primer país en América Latina en migrar a la Televisión Digital Terrestre (TDT), el apagón analógico y la multiprogramación, hicieron que la audiencia pueda ver más canales digitales de TV abierta y con mejor calidad, elevando en más de 180% la oferta de este servicio [4]. A pesar de esta posibilidad el 46.5% de los hogares opta por el servicio de televisión de paga.

**Tabla 1.** Hogares con equipamiento de TIC.

Hogares con ...	Nacional		Guerrero	
	Hogares	%	Hogares	%
Total de hogares	34 165 268	100	953 913	100
Computadora	15 517 436	45.4	279 177	29.3
Internet	17 397 850	50.9	307 446	32.2
Televisión	31 856 141	93.2	823 728	86.4
Televisión de paga	16 897 001	49.5	443 932	46.5
Telefonía	31 390 775	91.9	799 814	83.8
Radio	20 036 106	58.6	356 189	37.3
Energía eléctrica	33 974 275	99.4	945 841	99.2

En el Estado de Guerrero se puede apreciar un 83.8% de los hogares cuenta con telefonía donde se divide en telefonía fija (5.3% del total de hogares con telefonía) y telefonía celular (63%), aunque un 31.7% opta por ambos tipos de servicio. En comparación a la ENDUTIH 2013 donde advierte una disminución de manera constante que hasta el 2013 se

encontraba disponible en el 42% de los hogares del país. Señalando que una situación similar se cumple en casi todos los países desarrollados, de acuerdo con reportes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), en que se reconoce la disminución de líneas fijas [7]. En el 2015 en Guerrero había un 13.2% de hogares con telefonía fija, confirmando este fenómeno de disminución ya advertido [8].

Otro fenómeno similar lo podemos encontrar con el uso de la radio. En el Estado el 37.3% de los hogares cuentan con una radio. Mientras que en el 2015 había un 42.9% de los hogares. Podemos notar una gran disminución lo cual se puede traducir en que se ha dejado de usar.

Aunque en energía eléctrica en los hogares podemos notar que hay un porcentaje similar al que hay a nivel nacional no podemos ocultar que el 0.8% corresponde a 8 072 hogares. No cuentan con este servicio y donde podemos decir que carecen de acceso a las Tecnologías de Información y Comunicación que de acuerdo al artículo 6° de la CPEUM el estado debe garantizar.

En la segunda categoría Usuarios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a nivel nacional de acuerdo a la ENDUTIH 2017 (véase Tabla 2), tenemos que existen tres tipos de usuarios [9]:

- Usuario de computadora: Individuo de seis o más años que tiene el conocimiento o habilidad necesaria para que, de manera autónoma, encienda, realice alguna actividad en la computadora y la apague. Las actividades pueden ser de carácter escolar, que atiendan situaciones laborales, como medio de comunicación, de entretenimiento, de compra o pago de bienes y servicios, entre otros.
- Usuario de internet: Individuo de seis o más años que en forma eventual o cotidiana, y de manera autónoma, ha accedido y realizado alguna actividad en Internet. Las actividades pueden ser, entre otras, para realizar tareas escolares; las relacionadas con el trabajo; de comunicación, incluyendo correos electrónicos o conversaciones escritas (Chat); de capacitación, adiestramiento o formación a distancia mediante videoconferencias; de entretenimiento, como son las de bajar o jugar videojuegos o programas de computadora en la red, como son los de música.
- Usuario de teléfono móvil celular: Individuo de seis o más años que se comunicó con otra persona mediante un teléfono celular, ya sea como emisor o receptor de una llamada. Incluye envío o recepción de mensajes, así como consulta de información. El uso de un teléfono celular implica que la persona tiene el aparato a su disposición, independientemente de la propiedad del mismo o de quién pague el servicio.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

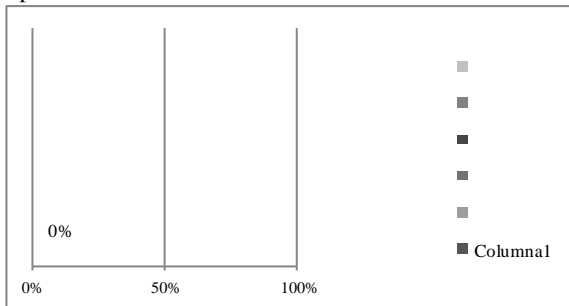
**Tabla 2.** Usuarios en el país.

de computadora		de internet		de teléfono móvil celular	
Usuarios	porcentaje	Usuarios	porcentaje	Usuarios	porcentaje
50 591 325	45.3	71 340 853	63.9	80 721 678	72.2

## Usuarios de computadora

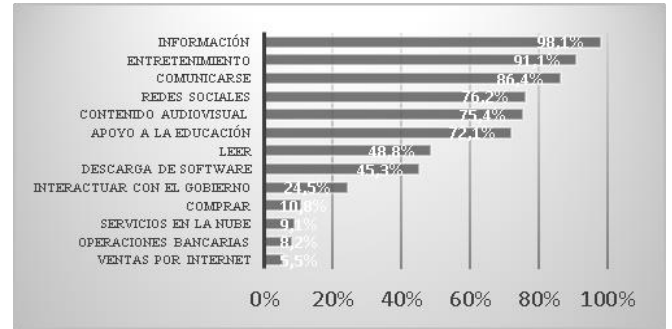
En el Estado hay un total de 1 060 332 usuarios de computadora de los cuales podemos apreciar que existen 526 567 (49.7%) de hombres y 533 765 (50.3%) son mujeres. Los principales usos que hacen los usuarios de computadora son: 87.6% Acceder a internet y entretenimiento (Véase figura 1). El 59.6% de los usuarios de computadora la usan diariamente mientras que un 33% lo hace una vez a la semana. La mayoría de los usuarios comprenden las edades de 12 a 17 años (25%), 18 a 24 años (17.7%) y de 25 a 34 años (17.3%).

**Figura 1.** Principales usos que hacen los usuarios de computadora.



## Usuarios de internet

Hay 1 533 557 usuarios de internet en el estado de Guerrero de los cuales 48.4% son hombres y el 51.6% mujeres. Los usuarios tienen edades de los 12 a 17 años (21.7%), 18 a 24 años (20.1%) y de 25 a 34 años (20.6%). Los principales usos que realizan en internet son: Obtener información (98.1%), Entretenimiento (91.1%) y Comunicarse (86.4%) (Véase Figura 2). Los usuarios acceden desde una conexión en casa (75.1%) o desde cualquier lugar mediante una conexión móvil (44.8%). Por último, el 71.6% de los usuarios acceden diariamente a internet.



**Figura 2.** Usos de los usuarios de internet.

## Usuarios de telefonía

Los usuarios de telefonía son 1 846 764 (48.8% hombres y 51.2% mujeres). Con edades de los 18 a 24 años (18.1%), 25 a 34 años (21.2%) y de 35 a 44 años (17.1), aquí a diferencias de los otros usuarios los menores de edad no están en los porcentajes más altos esto se podría decir que es debido a que necesitan permiso de sus padres para portar un teléfono celular. Hay 1 348 844 (73%) usuarios de Smartphone. Del total de usuarios el 89% usa equipos de prepago. Por otro lado, el 67% de los usuarios hacen uso diariamente de su teléfono celular.

## CONCLUSIONES

Es importante decir que, pese a las estrategias que ha implementado el gobierno federal por garantizar el derecho al acceso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, Guerrero es un Estado que carece de las oportunidades que el artículo 6° de la Constitución ofrece, ya que solo el 32.2 % de los hogares tienen acceso a internet, esto debido a la orografía del estado que hace imposible poder llegar a las comunidades rurales por medio de fibra óptica, y lo que ha implementado el gobierno federal es la conexión vía satélite, la cual es insuficiente para proporcionar un internet de calidad, esto a derivado que haya una brecha digital entre la población de la entidad, ya que 67.8 % que no tienen conexión a internet se va rezagando en el conocimiento y uso de las TIC. Así que las estrategias a seguir debe ser una concientización del uso de la tecnología, pero a la vez la resolución de la conectividad. En gran parte estos porcentajes hacen alusión de la desigualdad social que impera en nuestro país y que causa muchos de los problemas que existen en la sociedad de nuestro país.

## REFERENCIAS

[1] Artículo 6. (2018). En Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En línea. Recuperado de <https://www.juridicas.unam.mx/legislacion/ordenamiento/constitucion-politica-de-los-estados-unidos-mexicanos#10541>

[2] Artículo 1. (2018). En Ley Federal de Telecomunicaciones. [Documento en pdf]. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR\\_150618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf)

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

[3] IFT. (2018). En Conócenos. En línea. Recuperado de <http://www.ift.org.mx/conocenos/objetivosinstitucionales>

[4] IFT (2018). En Evolución de los sectores de Telecomunicaciones y Radiodifusión. [Documento pdf]. Recuperado de [http://www.ift.org.mx/sites/default/files/ift\\_evolucion\\_de\\_los\\_sectores\\_de\\_telecomunicaciones\\_y\\_radiodifusion.pdf](http://www.ift.org.mx/sites/default/files/ift_evolucion_de_los_sectores_de_telecomunicaciones_y_radiodifusion.pdf)

[5] México conectado. (2018). En Infografías. En línea. Recuperado de [https://www.mexicoconectado.gob.mx/?page\\_id=11201](https://www.mexicoconectado.gob.mx/?page_id=11201)

[6] ENDUTIH. (2017). En Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/duutih/2017/default.html>

[7] INEGI. (México, 2013). En Resultados sobre disponibilidad y uso de tecnología de información y comunicaciones en los hogares 2013. En línea. Recuperado de [http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/proyinvdes/economia/ei\\_babpm.html](http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/proyinvdes/economia/ei_babpm.html)

[8] INEGI. (México, 2015). En Resultados de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad de Uso de Tecnologías de la Información en los hogares 2015. En línea. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/duutih/2015/>

[9] ENDUTIH. (México, 2017) En Usuarios de tecnologías de la información. [Documento xls]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/duutih/2017/>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de Actividades Artísticas

Heidi Aide Calderón Ayala  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Escuela Preparatoria no. 46 Modalidad Mixta  
+52 (747) 1084460  
hcalderon@uagrovirtual.mx

José Efrén Marmolejo Valle  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Sistema de Universidad Virtual  
+52 (747) 1268037  
jmarmolejov@uagrovirtual.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La tecnología está presente en todas las actividades humanas, en el ámbito educativo hay retos que enfrentar, y estos retos deben tomar en cuenta las tendencias más actuales para que nuestra labor como docente no quede desfasada de la realidad.

La presente publicación, describe una experiencia educativa, en primer instancia, se aborda el proceso de evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y su aplicación en el ámbito educativo, en seguida, se plasman los antecedentes que sustentan la importancia de la capacitación del docente de Nivel Medio Superior para acceder y proponer recursos y estrategias pedagógicas innovadoras, propuestas para la formación docente el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero (SUVUAGro), que impacten directamente en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes y profesores.

Como se trata de una experiencia educativa, se considera importante contextualizar el ámbito donde esta se llevó a cabo, y se realiza la descripción general de cómo trabaja el docente de Nivel Medio Superior (NMS) de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), específicamente de la Unidad de Aprendizaje (UAp) de Complementarias III (Actividades Artísticas I).

Posteriormente, se mencionan algunas posibilidades que nos brinda la WEB 2.0, misma que se retomaron para realizar una propuesta de trabajo en la Unidad de Aprendizaje ya mencionada,

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

por último, se presentan los resultados, ventajas y desventajas de la aplicación de esta experiencia educativa, con la finalidad de que sea retomada no solo por los colegas que se desempeñan en Actividades Artísticas, si no en cualquier otra área del conocimiento del Nivel Medio Superior.

### ABSTRACT

Technology is present in all human activities, in the educational field there are challenges to face, and these challenges must take into account the most current trends so that our academic work as a teacher is not out of step with reality.

This publication describes an educational experience, in the first instance, the process of evolution of Information and Communication Technologies (ICT) and its application in the educational field is addressed, then the background that support the importance of teacher training in Upper Middle Level to access and propose education resources and innovative pedagogical strategies proposed in the teacher training the Virtual University System of the Autonomous University of Guerrero (SUVUAGro) that all of them have a direct impact on the teaching-learning process of the students and teachers.

As it is an educational experience, I considered it important to contextualize the context where it was carried out, and the general description how the Higher Level Teacher of the Autonomous University of Guerrero (UAGro) works it , specifically the Unit of Complementary Learning III (Artistic Activities I).

Later, I mention some possibilities offered by the WEB 2.0, which I return to make a work proposal in the Learning Unit already mentioned, finally I give an account of the results, advantages and disadvantages of the application of this educational experience, with the purpose that it is taken up not only with colleagues who work in Artistic Activities, but in any other area of knowledge of the Upper Middle Level.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Categorías y Descriptores Temáticos

Tendencias retos y tecnologías en educación, Educación con nuevas tecnologías

## Términos Generales

Tecnología, Aplicación, Educación

## Palabras clave

WEB 2.0, Aula invertida, Proceso de enseñanza aprendizaje, Actividades Artísticas, Competencias digitales docentes, Prácticas innovadoras.

## Keywords

WEB 2.0, Invested classroom, Teaching-learning process, Artistic activities, Teaching digital competences, Innovative practices.

## INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aparecen desde fines del siglo XIX, evolucionando a una velocidad vertiginosa, desde el empleo de la radio, la televisión, la telefonía, el cine, hasta llegar a la actualidad donde la computadora, el internet, la multimedia son herramientas básicas en todas las actividades humanas.

La sociedad ha podido observar la influencia de las TIC en diversos ámbitos de la vida humana, Carrier (2003), cita “las TIC están ahí, no a las puertas de la escuela sino dentro de su dimensión social”, como docente, el riesgo de tener una actitud de pasividad, es en algún momento verse rebasados, en un ambiente inmerso en tecnología innovadora que se desconozca, en el cual nuestros educandos nos lleven mucho de ventaja.

Se coincide con González Mariño (2008) quien menciona que “En el ámbito de la educación, aunque existen muchos nuevos postulados teóricos y pedagógicos que apuntan hacia una transformación del sistema educativo, ésta no se ha llevado a cabo de forma integral, en esencia la educación permanece igual”, por lo cual se considera que la evolución de su uso de las TIC, no puede dejar de lado al sistema educativo, pues este siempre debe estar a la vanguardia por ser un importante factor de cambio.

La propuesta de aplicar las TIC y crear ambientes virtuales de aprendizaje idóneos, depende en gran medida de lo que sus actores (alumnos, profesores, directivos, padres de familia etc.) estén dispuestos a implementar, innovar en el proceso de enseñanza – aprendizaje a través de las TIC en un aula en una escuela del siglo XXI, plantea diversos retos, pues es erróneo pensar que introducir tecnología a nuestras aulas es sinónimo de eficiencia pedagógica, pues pueden introducirse las TIC con prácticas tradicionales que nada tengan que ver con ello, por lo cual se requiere de un sustento pedagógico que permita formar alumnos competentes, cuyos aprendizajes conceptuales,

procedimentales y actitudinales sean significativos y que permita brindar una educación de calidad a nuestros estudiantes.

## OBJETIVOS

-Impulsar ambientes educativos innovadores a través del uso e implementación de las TIC en las estrategias docentes para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Unidad de Aprendizaje de Complementaria III Actividades Artísticas I en el Nivel Medio Superior (NMS) de la UAGro.

-Diseñar la Unidad de Aprendizaje de Complementaria III Actividades Artísticas I, bajo la modalidad multimodal, para servir de referente para las Unidades de Aprendizaje de Complementaria IV y V.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

### Antecedentes

En el Sistema Educativo, se han ido incorporando de forma progresiva diseños curriculares que incorporan las TIC como herramientas básicas de trabajo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, Zangara (2008) plantea que “esta incorporación tiene un pilar crítico del que la Universidad debe ocuparse: la formación de docentes” en este sentido, se coincide con la autora de esta cita, y se considera que para que las TIC sean implementadas en la práctica docente con éxito, la formación de los profesores es indispensable, ya que estos, son la principal guía de los procesos pedagógicos dentro del aula, y quienes deben adquirir las competencias necesarias para responder a las exigencias educativas actuales.

Es importante recalcar que la preparación del docente no debe ser un hecho aislado, para lograr que en nuestras aulas se creen ambientes virtuales de aprendizaje en donde se implemente el uso de las TIC, debe ser parte de un proyecto amplio, que sea incluido en el modelo educativo de la institución, donde sus planes y programas sean lo suficientemente flexibles para la inclusión de las innovaciones propuestas, además de contar con la infraestructura y el equipamiento tecnológico necesario para su implementación, así como la capacitación de todos los involucrados, de esta forma se podrá aspirar a una exitosa aplicación de las TIC en la práctica docente.

Como docente de NMS, se observa la gran necesidad de incorporar estrategias docentes innovadoras que incluyan el uso de la TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, para ello consideramos que el primer paso, era reconocer las carencias de los atributos necesarios para poder implementar las TIC en nuestra aula, para ello es indispensable determinar las competencias básicas que como docente de este nivel educativo debemos desarrollar.

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

En el acuerdo 447 del Diario Oficial de la Federación, se establecen las competencias docentes para quienes imparten la modalidad escolarizada, mismas que necesarias para implementar las TIC en nuestra labor docente:

1. Organiza su formación continua a lo largo de su trayectoria profesional.
2. Domina y estructura los saberes para facilitar experiencias de aprendizaje significativo.
3. Planifica los procesos de enseñanza y de aprendizaje atendiendo al enfoque por competencias, y los ubica en contextos disciplinares, curriculares y sociales amplios.
4. Lleva a la práctica procesos de enseñanza y de aprendizaje de manera efectiva, creativa e innovadora a su contexto institucional.
5. Evalúa los procesos de enseñanza y de aprendizaje con un enfoque formativo.
6. Construye ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo.
7. Contribuye a la generación de un ambiente que facilite el desarrollo sano
8. Participa en los proyectos de mejora continua de su escuela y apoya la gestión institucional.

Así mismo, se debe hacer un análisis del acuerdo 488 del Diario Oficial de la Federación, que establecen las competencias docentes que imparten la Educación Media Superior en las modalidades no escolarizada y mixta, las cuales son:

1. Complementa su formación continua con el conocimiento y manejo de la tecnología de la información y la comunicación.
2. Integra las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. Guía el proceso de aprendizaje independiente de sus estudiantes.

Los docentes de NMS tenemos que reflexionar muy particularmente sobre nuestras competencias docentes, a manera de saber si estamos realmente capacitados para ser personal docente competente para implementar el uso de las TIC, y en caso de no estarlo buscar fortalecer las debilidades y prepararnos para contar con los requerimientos necesarios.

Durante la práctica como docente se observan esfuerzos dispersos por aplicar las TIC, cierto número de profesores aplican estas como herramientas de trabajo, no con el afán de modificar el sistema educativo al que pertenecen, si no por el simple hecho de haber aprendido a utilizarlas como apoyo para impartir sus clases, en otros casos, los docentes no tienen una actitud crítica ni propositiva hacia las posibilidades de la implementación de las TIC en su práctica docente. Considero que estos hechos aislados no permiten que todos los educandos de una institución educativa sean beneficiados con las benevolencias de la implementación de las TIC.

La Universidad Autónoma de Guerrero, a través del Sistema de Universidad Virtual (SUVUAGro), impulsa el uso de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza aprendizaje a través del Diplomado “Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad multimodal”, el cual es un proyecto educativo institucional que nos da la oportunidad de prepararnos y alcanzar las competencias docentes requeridas para potencializar nuestras habilidades digitales y diseñar e implementar diversas estrategias educativas en la Unidad de Aprendizaje (UA) a nuestro cargo.

Por lo anterior, tomando como base el sustento teórico y metodológico del Diplomado “Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad multimodal”, se diseñó la Unidad de Aprendizaje (UA) de Complementaria III Actividades Artísticas I, del NMS de la UAGro, bajo la modalidad multimodal, en el cual se integraron objetivos, recursos, herramientas, estrategias y criterios de evaluación para crear un ambiente educativo innovador que permita mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de esta UA, mismo que puede ser empleado por los colegas que tienen la misma Unidad de Aprendizaje a su cargo, además de ser un referente, para que los docentes que aún no han explorado esta posibilidad como herramienta de trabajo, se interesen y puedan aprovechar las benevolencias de su uso en diferentes áreas del conocimiento.

### Contexto

En concordancia con los enfoques educativos que se están desarrollando en México y el resto del mundo, la Universidad Autónoma de Guerrero (UAG), aplica en el plan y los programas de estudio de Educación Media Superior 2010, el enfoque de competencias, por lo que se desarrolla cada una de las seis categorías que agrupan a las once competencias genéricas del Marco Curricular Común ((MCC) que establece la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) para el bachillerato nacional.

El Plan de estudios 2010 de NMS de la UAGro está estructurado en Unidades de Aprendizaje básicas, complementarias, optativas, extracurriculares, agrupadas en seis áreas del conocimiento, además de contar con temas transversales y con opciones de capacitación para el trabajo.

De acuerdo a lo establecido en este Plan de estudios de esta Institución educativa, las Unidades de Aprendizaje complementarias, están constituidas con las Unidades de Aprendizaje de Educación Física y de Actividades Artísticas. Educación Física se cursa en el primero y segundo semestre (Complementaria I y II) y Actividades Artísticas en el tercero, cuarto y quinto (Complementaria III, IV y V). Esta área de conocimiento es de vital importancia en el desarrollo del estudiante pues a través de ella se potencia su formación integral.

Cada Unidad de Aprendizaje del Plan de estudio de NMS de la UAGro contribuye al desarrollo de las once competencias

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

genéricas establecidas y el Programa de cada de éstas también especifica claramente cuál es su contribución al perfil de egreso. En el caso de la Unidad de Aprendizaje de Complementarias III, IV y V, la competencia genérica que desarrolla es la competencia 2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.

La estructura del programa de la Unidad de Aprendizaje de Complementaria III Actividades Artísticas I contempla los objetivos, competencias genéricas y disciplinares a desarrollar, los componentes conceptuales, procedimentales y actitudinales de las mismas, contenidos, actividades, estrategias didácticas, recursos, así como la evaluación e instrumento, todo alineado para lograr el perfil de egreso deseado en nuestros educandos.

De acuerdo a este enfoque, las actividades artísticas propuestas en los programas de estas Unidades de Aprendizaje tienen una gran diversidad. En la Unidad de Aprendizaje Complementaria III se propone la creación de obras artesanales y artísticas en general, en Complementaria IV se aborda dibujo, pintura y música, y Complementaria V teatro y danza son las actividades artísticas propuestas. Lo anterior permite que el alumno tenga contacto con una amplia gama de actividades para su disfrute, apreciación y práctica lo que le dará un bagaje extenso para poder expresar y potencializar sus conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes en este campo de formación.

## Uso de las tecnologías de la información y de la comunicación en el proceso educativo

Una de las principales dificultades que enfrentamos los docentes para emplear las tecnologías de la información y comunicación es la gran cantidad que existen, pasando desde la televisión, el cine, la computadora, el internet. Este último es inmensamente amplio por la gran cantidad de aplicaciones y posibilidades que ofrece.

Para asumir los retos de la Universidad del Siglo XXI la UAGro creó el Sistema de Universidad Virtual (SUVUAGro) para promover e implementar la modalidad de educación a distancia para desarrollar el potencial de las personas a través de ambientes virtuales de aprendizaje con metodologías y estándares de calidad e inclusión social. Además de ofrecer capacitación continua en Competencias Digitales Docentes para implementar estrategias de aprendizaje innovadoras en modalidad multimodal y virtual.

El SUVUAGro menciona que “En estos últimos años, como usuarios de la WEB podemos publicar, subir videos, participar de redes sociales y comunidades, trabajar de manera colaborativa, socializar nuestros conocimientos y aprender en ambientes virtuales de aprendizaje”, de ahí la importancia de retomar el uso de la WEB 2.0 como herramienta para el diseño de estrategias de aprendizaje.

El término Web 2.0, también llamada Web social, comprende aquellos sitios web que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la World Wide Web, la cual está constituida por un conjunto de servidores interconectados y es accesible para todo aquel que disponga de una computadora y una conexión a la red.



Figura 1. Diversidad de sitios de la WEB 2.0

Durante el diplomado “Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad multimodal”, se mostraron algunas de las opciones, así como las aplicaciones que nos puede ofrecer esta herramienta, las cuales se anexan a este cuadro complementándolo con otras aplicaciones que existen en la WEB:

OPCIÓN	APLICACIÓN
Creación de videos	Go! Animate JayCut
Creación de actividades multimedia	Educaplay Toondoo
Presentaciones	Prezi Padlet Slid.us Slid.es Prezi
Mapas mentales	Míndomo MindMeister
Líneas del tiempo	Dipity Timetoast
Ficheros	FlipSnack ShareLatex Paper.li
Recordatorios y notas	Evernote WorkFlowy Bounce Marqueed Symphonical

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

	Hightrack Google Calendar
Videoconferencias	TED-Ed Google Hangouts Google Helpouts Google meet Tnychat
Editor de texto libre	Quabel
Compartir actividades	Bloglines, Issuu, Slideshare
Actividades interactivas	Khan Academy
Chats online	Voxopop Google Hangouts chat
Redes sociales	Twitter Whatsapp Facebook
Aula virtual	Socrative Blendspace Coursera EasyClass TalentLMS Themefy Otter
Cuestionarios y exámenes	Google Forms Kuizza QuizBean
Creación de sitios WEB	Google sites

Figura 2. Cuadro de aplicaciones de la WEB 2.0 y sus usos.

Al conocer estas posibilidades y las aplicaciones que la WEB 2.0 ofrece, su pudo visualizar aquellas que permiten crear un ambiente de aprendizaje para lograr una mayor interacción con los educandos y de esta forma replantear las estrategias de enseñanza y eficientar sus aprendizajes.

Una estrategia de aprendizaje para incorporar estas herramientas es el Flipped classroom, término acuñado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, que significa literalmente “aula invertida”, la cual propone que el alumno adquiera conocimientos previos antes de la clase sin la presencia del profesor, y posteriormente durante la sesión se pueda compartir y consolidar el aprendizaje con asesoría del docente, lo cual es muy acorde a lo que se trabaja en la

Escuela Preparatoria no. 46 Modalidad Mixta, en la que el 60% es trabajo autónomo y el 40% presencial.



Figura 3. Esquema de la estrategia de aprendizaje Flipped classroom.

## Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de actividades artísticas

Para aplicar los conocimientos adquiridos en el diplomado “Prácticas innovadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje en modalidad multimodal”, se llevó a cabo el rediseño de las estrategias didácticas en la Unidad de Aprendizaje Complementaria III Actividades Artísticas I, utilizando las aplicaciones que permitieran alcanzar el propósito establecido en el programa de dicha Unidad de Aprendizaje, a continuación se compartirán algunas de estas:

BLOQUE I La creación estética en el entorno escolar y social.

TEMA 1 La actividad creadora en mi entorno.

### ACTIVIDAD 1

ACTIVIDAD ORIGINAL	ACTIVIDAD REDISEÑADA	APLICACIÓN UTILIZADA
Analiza las imágenes presentadas por el profesor y opina de cada una si corresponde a una obra de arte o a una artesanía y en qué fundamenta su afirmación.  Escucha las participaciones de sus compañeros y discute si sus argumentos son correctos.	Analiza las imágenes presentadas en un FORO, opina si corresponden a una obra de arte o a una artesanía y en qué fundamenta su afirmación. Analiza las participaciones y realiza dos réplicas a los comentarios de sus compañeros.	Red social Facebook  1. Crear un grupo cerrado 2. Plantear una pregunta generadora. 3. Ilustrar con dos imágenes (arte y artesanía) 4. Motivar la socialización de información.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

**Ventajas:**

Es una Red social ampliamente utilizada por los jóvenes.  
 Todos los alumnos cuentan con una página de Facebook.  
 Los jóvenes inmediatamente se interesaron por la temática.  
 Se logró un excelente nivel de interacción.  
 Los alumnos contarán con información previa a la temática a analizar.

Figura 4. Propuesta de estrategia utilizando el sitio WEB Facebook



Figura 5. Aplicación de la estrategia utilizando el sitio WEB Facebook

BLOQUE I La creación estética en el entorno escolar y social.

TEMA Desarrollo mis habilidades creadoras.

ACTIVIDAD 4 y 5

ACTIVIDAD ORIGINAL	ACTIVIDAD REDISEÑADA	APLICACIÓN UTILIZADA
Desarrolla su actividad artística o artesanal y elabora un producto bajo la supervisión y asesoría del profesor Extraclase: Continúa desarrollando su obra y comparte los avances con sus compañeros.	Elabora un trabajo artesanal de su región, durante la elaboración obtiene evidencias del proceso y lo recopila en videos que comparte con sus compañeros y profesor.	Power director You Tube Google sites  1. Mostrar el uso de la aplicación Power director. 2. Aceptar propuestas de otras herramientas para elaborar videos.

		3. Subir el video a Youtube o blog grupal.
<p><b>Ventajas:</b></p> <p>Permite realizar trabajo autónomo y verificar que el procedimiento sea realizado por el educando.</p> <p>Permite al docente verificar el procedimiento y hacer sugerencias al mismo.</p> <p>Adquieren competencias para elaborar un vídeo</p>		

Figura 6. Propuesta de estrategia utilizando los sitios WEB Power director, You Tube, Google sites.



Figura 7. Ejemplo de estrategia utilizando los sitios WEB Power director, You Tube, Google sites.

BLOQUE II El arte, componente y expresión de la cultura.

TEMA 2 El arte es la respuesta.

ACTIVIDAD 8



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

ACTIVIDAD ORIGINAL	ACTIVIDAD REDISEÑADA	APLICACIÓN UTILIZADA
Realiza un álbum con 20 imágenes tamaño postal de diferentes obras de arte con un pie de imagen que mencione el nombre de la obra, la época en que fue producida y a qué fenómeno social responde.	Realiza una línea del tiempo con 20 imágenes de diferentes obras de arte con un pie de imagen que mencione el nombre de la obra, la época en que fue producida y a qué fenómeno social responde.	Timetoast
<p>Ventajas:</p> <p>Permite minimizar los costos generados por la impresión.</p> <p>Ordena las obras de arte en función de la época en la que se crearon.</p> <p>Puede tener un alcance de mayor visualización a la hora de mostrar el producto.</p>		

Figura 8. Propuesta de estrategia utilizando los sitio WEB Timetoast.

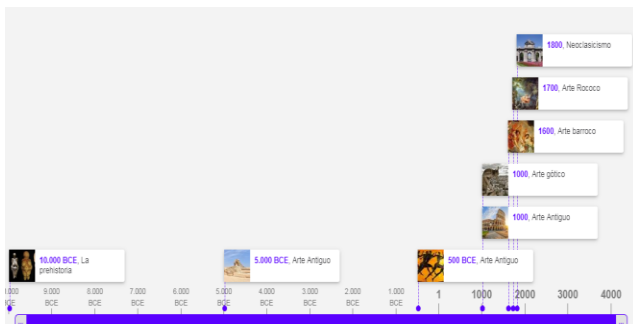



Figura 9. Ejemplo de estrategia utilizando el sitio WEB Timetoast.

Es importante mencionar que estos son solo un par de ejemplos ilustrativos de lo benéfico que puede ser el uso de las TIC para eficientar el proceso de enseñanza aprendizaje de esta UAp. Aunado a esto los docentes de la UAGro contamos con la posibilidad de contar con un campus virtual que nos ofrece un espacio en la red para diseñar nuestra Unidad de Aprendizaje en línea.

**Complementaria III Artísticas**



**Facilitador**  
**UAGro VIRTUAL**  
M.C. Heidi Aide Calderón Ayala

**Contenido temático**

**16 Hrs.**

**Bloque I: La creación estética en el entorno escolar.**

1. La actividad creadora en mi entorno.
2. La actividad creadora en mi región y en mi país.
3. Desarrollo mis habilidades creadoras.
4. Mi obra a la vista de todos.

Estimado alumno te doy la más cordial bienvenida a la Unidad de Aprendizaje de Complementaria III, te estará acompañando como docente-facilitador para guiar tu proceso de enseñanza-aprendizaje.

En caso de que necesites asesoría puedes enviarme un correo electrónico o mensajes a través de esta plataforma, así mismo, un monitor académico te brindará apoyo cuando lo requieras tanto el enlace entre tú y yo, así como con el personal del Sistema de Universidad Virtual.

---

Presentación Bloque 1 Bloque 2 Recursos

Bloque I. La creación estética en el entorno escolar

Su progreso

**Introducción**

Al finalizar este bloque, el estudiante conoce y valora la importancia de la creación artesanal y artística, a través del estudio y práctica de diversas manifestaciones, para adquirir sensibilidad a la apreciación e interpretación de estas expresiones.

**Elemento de la Competencia**

SABER	SABER HACER	SABER SER
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conoce las características, diferencias, origen y desarrollo de las actividades artesanales y artísticas, así como diversas técnicas de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Practica el trabajo artesanal de su región y explica cómo contribuye su producción en la construcción de la identidad de una localidad, una región y del país.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valora la importancia de la artesanía y el arte como elementos de identidad de una sociedad, así como sus habilidades en la producción en el medio escolar.</li> </ul>

**Actividad Preliminar**

Actividad 1. La actividad creadora en mi entorno.

**ACTIVIDAD I**

**SESIÓN VIRTUAL**

Foro "Diferencia entre arte y artesanía"

**SESIÓN PRESENCIAL**

En flujo de ideas, contribuye a definir y diferenciar la actividad artística de la artesanal a través de sus características, asimismo opina acerca de los límites entre ambas actividades, cuándo el artesano puede ser artista y viceversa. Toma nota en su cuaderno de clases.

Participa la discusión grupal acerca de la importancia del arte y la artesanía y toma nota con las opiniones, comentarios y conclusiones vertidas durante esta sesión.

**SESIÓN VIRTUAL**

Organiza tus apuntes en Evernote y entrega los dos productos de la sesión presencial.

Toma de notas "Diferencia entre arte y artesanía"

Toma de notas "Importancia del arte y artesanía"

Figura 9. Capturas de pantalla de la Unidad de Aprendizaje Complementaria III Actividades Artísticas I del campus Multimodal de la UAGro Virtual.

## RESULTADOS

Es importante realizar un análisis de los resultados obtenidos y determinar las ventajas y desventajas que surgieron durante el Curso del ciclo escolar 2017-2018 en el semestre agosto – enero,

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

en la Unidad de Aprendizaje Complementaria III Actividades Artísticas I, al aplicar las estrategias ya mencionadas.

Se pudieron observar los siguientes resultados positivos:

-Los alumnos participan propositivamente formando parte activa de su aprendizaje.

-Existe una mejor comunicación entre el docente y los alumnos, y por ende cualquier duda puede ser resuelta de inmediato.

-Los tiempos de asesoría presencial de la Modalidad Mixta son mejor aprovechados.

-Los alumnos pueden acceder a la información proporcionada en la WEB durante su trabajo autónomo.

-El proceso de enseñanza aprendizaje fue práctico, ágil y organizado.

-Los productos presentados por los alumnos fueron de mejor calidad.

Algunas de las dificultades encontradas fueron las siguientes:

-Dificultades en los tiempos de entrega de las actividades, con el alumnado que no tiene acceso a internet, quienes se vieron en la necesidad de hacer uso del centro de cómputo, así como de la Red Móvil de la UAGro en la Institución.

-Limitaciones en los alumnos para utilizar correctamente de las herramientas de la Web 2.0, lo cual implica un poco más de tiempo de asesorías personalizadas.

-Los educandos encontraron un exceso información no útil y de fuentes no fiables, en este aspecto, el docente es una guía importante para discernir la información apropiada.

-El uso pedagógico puede perderse si los jóvenes entran al internet a sitios no necesarios para la labor encomendada, por lo cual se debe acotar el número de páginas a consultar y hablar con los alumnos del uso responsable de las redes.

La aplicación de las TIC, durante el proceso de enseñanza aprendizaje de las actividades artísticas realizadas en la Unidad de Aprendizaje de Complementaria III, fue eficiente pues los beneficios fueron evidentes, las dificultades mínimas y solventadas.

## CONCLUSIONES

La innovación pedagógica que impulsa la Universidad Autónoma de Guerrero, a través del SUVUAGro, es un reto pedagógico, que invita a los docentes que laboramos en esta institución a desarrollar las competencias digitales docentes necesarias para experimentar nuevas formas de impartir nuestra labor docente. La práctica de actividades innovadoras mediante el uso de las TIC permite acceder a las diversas posibilidades que la tecnología ofrece, podemos encontrar una multitud de herramientas útiles para el ejercicio de nuestra profesión, que nos ayuda a desarrollar un proceso de enseñanza aprendizaje más dinámico, participativo y por ende propicia una educación de mayor calidad e inclusión social.

## REFERENCIAS

- [1] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2010). *Plan de estudios por competencias de educación Media Superior*. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
- [2] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2010). Programa de estudios Complementaria III: Actividades artística I. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
- [3] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2010). Programa de estudios Complementaria IV: Actividades artística II. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
- [4] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2010). Programa de estudios Complementaria V: Actividades artística III. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
- [5] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2017). Diplomado “Prácticas Innovadoras en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje en Modalidad Multimodal” Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX.
- [6] Carrier Jean Pirre. 2003. Escuela y Multimedia. MX: Editorial Siglo XXI.
- [7] Diario Oficial de la Federación (2008). Acuerdo 447. MX.
- [8] Diario Oficial de la Federación (2008). Acuerdo 448. MX.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Profesionalización de carreras en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones

Alanís Cantú Reynaldo  
Universidad Politécnica del Estado  
de Guerrero  
Comunidad de Puente Campuzano  
Carretera Federal Iguala – Taxco  
K.M. 105, C.P. 40321  
Municipio de Taxco de Alarcón,  
Guerrero  
52+7331029960  
ralanis@upeg.edu.mx

Mota Cruz Juan Esteban  
Universidad Politécnica del Estado  
de Guerrero  
Comunidad de Puente Campuzano  
Carretera Federal Iguala – Taxco  
K.M. 105, C.P. 40321  
Municipio de Taxco de Alarcón,  
Guerrero  
52+7331029960  
jmota@upeg.edu.mx

Ríos Mendoza David Ulises  
Universidad Politécnica del Estado  
de Guerrero  
Comunidad de Puente Campuzano  
Carretera Federal Iguala – Taxco  
K.M. 105, C.P. 40321  
Municipio de Taxco de Alarcón,  
Guerrero  
52+7331029960  
eskap.durm.dr@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta de un modelo para orientar las carreras de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones en general y en particular, a la carrera de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones que se imparte en la Universidad Politécnica del Estado de Guerrero (UPEG) a no solo ser de perfil académico sino también orientado hacia la profesionalización, así como las experiencias que se han obtenido en el planteamiento y desarrollo de proyectos académicos transversales e integradores orientados a aplicaciones reales con impacto social.

### ABSTRACT

This paper presents a proposal for a model to guide the careers of Information Technology and Telecommunications in general and, in particular, the career of Network and Telecommunications Engineering that is taught at the Polytechnic University of the State of Guerrero (UPEG) not only be academic profile but also

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

oriented towards professionalization, as well as the experiences

that have been obtained in the approach and development of transverse and integrative academic projects oriented to real applications with social impact.

### Categorías y Descriptores Temáticos

K.3.2 Computer and Information Science Education: Accreditation, Computer science education, Curriculum, Information systems education, Literacy, Self-assessment

### Términos Generales

Educación, modelo de calidad, ingeniería de software.

### Palabras clave

Modelo de empresas de desarrollo de software, calidad de desarrollo de software, educación.

### Keywords

Model of software development companies, software development quality, Education.

### INTRODUCCIÓN

La importancia de orientar a los alumnos de nivel superior a la profesionalización es cada vez es mayor. Aprovechar el tiempo de su estancia en la institución (de 3 y medio años a 5 años, dependiendo del esquema curricular) no solo para dar formación y proporcionar información académica durante la estancia de ellos

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

sino incorporando escenarios competitivos no solo recreados sino reales en desarrollos profesionales, en proyectos de investigación y extensión.

En las Universidades, las diferentes carreras y en particular en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones (TIC) están integradas por un grupo de profesionales con niveles académicos de maestría o doctorado en diferentes áreas del conocimiento relacionadas y en la mayoría de los casos, cuentan con experiencia profesional y docente. Los catedráticos pueden ser de asignatura o de tiempo completo. Ambos imparten cátedra frente a grupo en las diferentes materias que conforman la currícula de la carrera y en el caso de los de tiempo completo es hasta el 60 o 70 por ciento de su carga laboral y el resto se distribuye en: investigación, asesoría, tutoría y extensión. Por otra parte, se cuenta con infraestructura en telecomunicaciones, conectividad y bibliográfica, así como espacios físicos donde se desarrollan prácticas en las diferentes áreas del conocimiento propias de la carrera. En particular, la carrera de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones (IRT) que se imparte en la Universidad Politécnica del Estado de Guerrero (UPEG) está subdividida en 3 ciclos en los cuales al término de cada ciclo, el estudiante ha desarrollado una serie de competencias. En las universidades politécnicas, la educación se apoya en el modelo de Enseñanza Basada en Competencias (EBC) [1], que implica que los alumnos no solo reciben información, sino que a partir de diferentes actividades, van desarrollando las competencias correspondientes. Los docentes en las materias que imparte proponen proyectos de tipo académico para apoyar el desarrollo y evaluación de las competencias **saber saber**, **saber hacer** y **saber ser** [2]. Estos proyectos deben de ser de un alcance de producto tal que se puedan concluir en un lapso de tiempo acorde al ciclo escolar. Ello en ocasiones da como consecuencia resultados de poca aplicabilidad o impacto real o lamentablemente, que no se concluyan. En la estructura organizacional que se tiene en las universidades, la dirección de carrera es responsable de coordinar maestros, alumnos y materias. La dirección podría proponer entonces proyectos de desarrollo e investigaciones reales con impacto social significativo y que pueda orientar a los alumnos a no solo recibir una formación e información académica sino también profesional. Ello conduciría a que los alumnos aprendan, se capaciten, desarrollen las competencias mencionadas y propuestas en el modelo educativo EBC y logren formar empresas de desarrollo o consultoría integradas a la sociedad, es decir, se profesionalicen progresivamente durante su carrera [3].

## OBJETIVOS

Presentar un modelo que permita aprovechar los recursos, el personal e infraestructura de la carrera de Ing. en Redes y Telecomunicaciones (IRT) en la Universidad Politécnica del Estado de Guerrero (UPEG) para apoyar en la profesionalización de sus alumnos, así como la experiencia en la propuesta y desarrollo de proyectos transversales e integradores en los diferentes cuatrimestres de la carrera.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La manera en que está organizada la carrera de IRT se describe brevemente a continuación. A la cabeza está la dirección de la carrera que coordina las materias que integran el plan de estudios, conformado por un grupo de maestros responsables de impartir dichas materias y los alumnos bajo su responsabilidad. En la figura 1 se muestra este esquema. Los alumnos están inscritos entre 5, 6 o 7 materias dependiendo del cuatrimestre. Los maestros imparten varias materias, dependiendo el rol que tengan en la institución, pudiendo ser profesores de asignatura o de tiempo completo. En cada materia, los maestros, basándose en el manual de asignatura correspondiente, propone proyectos acordes para apoyar el desarrollo de las competencias propuestas en el modelo EBC. Dichos proyectos normalmente están supeditados a diferentes factores tales como la materia, el perfil del profesor entre otros. El número de proyectos es igual o casi igual al número de materias a las que el alumno está inscrito. Puede ser que las materias compartan temas y / o pudieran ser complementarias, pero normalmente cada materia asigna su proyecto correspondiente. Ello

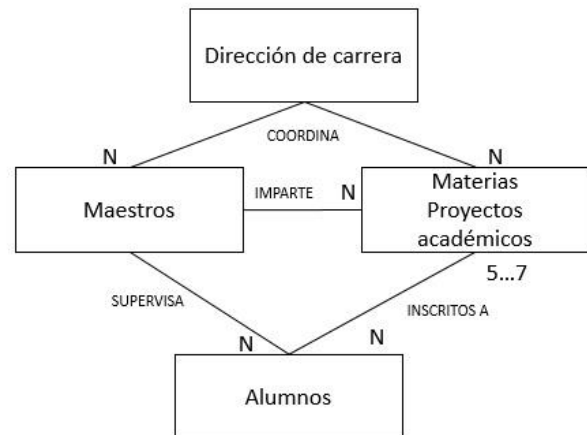


Figura 1 Organización carrera Ing. en Redes y Telecomunicaciones

fragmenta la forma natural del trabajo en la realidad, dando una idea equivocada de abordar y resolver problemas sin una visión holística e integral. Por otra parte, se desaprovecha el tiempo que los alumnos tienen para dedicarle a su proceso de aprendizaje tanto dentro del aula como fuera de ella. En la figura 2 se muestra de manera esquemática la relación entre alumnos, materias, maestros y proyectos académicos.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

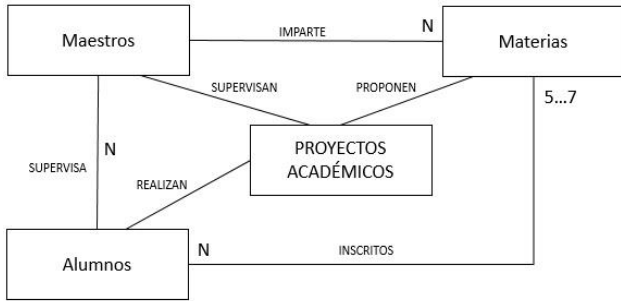


Figura 2. Relación entre maestros, alumnos y materias

Los maestros, como se mencionó, imparten N materias, supervisan N alumnos y N proyectos, los alumnos están inscritos en 5, 6 o 7 materias y realizan el mismo número de proyectos. Los proyectos en sí responden a las necesidades específicas de cada materia sin que exista una integración. Puede que no todas las materias se integren en un solo proyecto, pero al menos en dos de ellas sí.

La carrera está dividida en 3 ciclos. Cada ciclo está constituido de 3 cuatrimestres. Al final del ciclo 1 y 2 los alumnos realizan una estancia en alguna institución privada o estatal con el objetivo de practicar las competencias desarrolladas durante el ciclo y adquirir también experiencia profesional. Al final del ciclo 3, los alumnos realizan una estadía de 600 horas (15 semanas de 40 horas cada semana) en alguna institución privada o estatal que les permite adquirir más experiencia profesional o complementarla. Al terminar la estadía, presentando un reporte técnico, los alumnos inician su proceso de titulación. En la figura 3 se muestra esquemáticamente la distribución de las materias durante los 10 cuatrimestres.

El modelo que se propone es que la dirección de la carrera en conjunto con sus profesores y autoridades formule líneas de desarrollo e investigación y planten proyectos específicos acordes a las competencias de la carrera y al entorno de la región. Además, por medio de un análisis situacional [4] del entorno socio-económico de la universidad realizado en conjunto con los diferentes actores de la sociedad se detecten necesidades y oportunidades específicas.

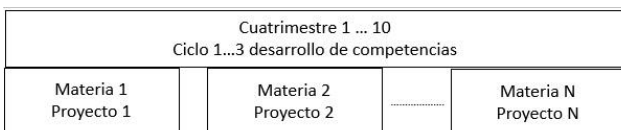


Figura 3. Distribución de materias y proyectos.

Estos proyectos serán escenarios reales que apoyan al desarrollo de habilidades profesionales para la realización de los proyectos que se solicitan en las diferentes materias en colaboración con los profesores de dichas asignaturas aprovechando la infraestructura

con la que cuenta la universidad. En la figura 4 se muestra el modelo propuesto.

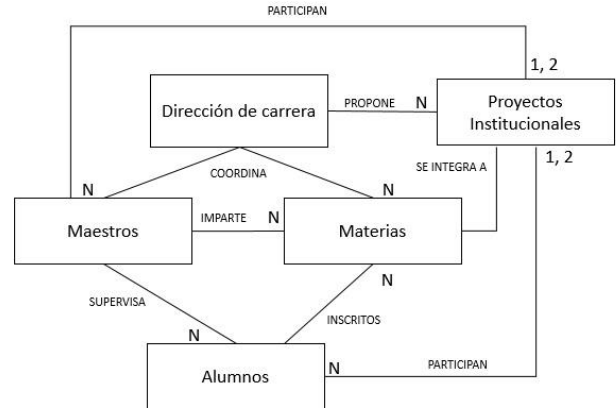


Figura 4. Modelo propuesto para integración de proyectos reales

El modelo solo tiene la variante de la incorporación de los proyectos propuestos por la institución, pero ahora los maestros, alumnos y materias convergen en el o los proyectos institucionales propuestos por la dirección de carrera. La manera en que la distribución de las materias durante los diferentes cuatrimestres y correspondientes ciclos así como los proyectos se integraría de la manera que se muestra en la figura 5

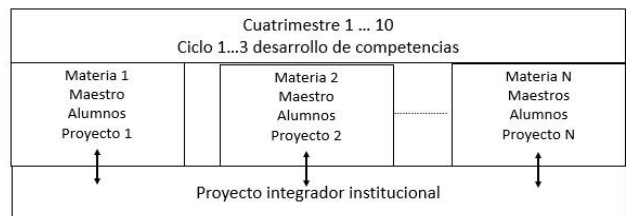


Figura 5. Integración de materias por medio de proyectos institucionales.

Finalmente, en la figura 6 se muestra esquemáticamente como se integraría la incubadora así como la infraestructura de la universidad: compu-aulas, biblioteca, laboratorios, infraestructura informática.

Desde el 2015 en la carrera de IRT se han estado desarrollando proyectos transversales integradores respondiendo a necesidades específicas del entorno social y económico de la UPEG. Algunos proyectos han sido propuestos por los mismos alumnos, otros sugeridos por los maestros en las diferentes materias o por el director de la carrera o por todos en conjunto. A la fecha los proyectos se han realizado con materias del mismo cuatrimestre: 7°, 8° o 9°.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

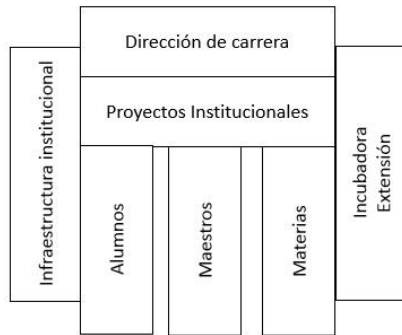


Figura 6. Integración de la carrera IRT con incubadora e infraestructura.

Los proyectos han sido orientados a diferentes áreas de especialidad pero siempre soportados por informática, telecomunicaciones y redes. Aplicaciones para uso residencial tales como casas domóticas; sensores de parámetros meteorológicos como un pequeño satélite (CanSat) [5] con sensores de temperatura y humedad que una vez adquiridos se envían y registran en una base de datos distribuida; sistemas para monitoreo de variables meteorológicas y posterior activación de sistemas electro mecánicos en invernaderos; sistemas de monitoreo para seguridad comercial y residencial. También se ha desarrollado la planificación de proyectos para auditorías de seguridad informática a empresa; propuesta y creación de empresas de giro consultor en desarrollos informáticos, redes y telecomunicaciones y / o desarrollo de aplicaciones móviles.

## RESULTADOS

Los alumnos y maestros que han participado en los desarrollos mencionados, aun cuando no están adscritos a proyectos institucionales, por no estar formalmente instituidos, han experimentado la formalización que requiere actividades profesionales reales. De los proyectos antes mencionados, algunos han tenido impacto social positivo en la comunidad, tales como los de los invernaderos o casas domóticas. Se pudo establecer ligeramente una colaboración con alumnos de las carreras de Tecnología Ambiental e Ingeniería en Energía en los desarrollos CanSat, pero se considera que más adelante, se podría formalizar e intensificar esta colaboración, inclusive, sería una línea de investigación y desarrollo. La estrecha colaboración de la dirección de la carrera con los maestros y alumnos permitió obtener resultados que hacen patente la factibilidad de proponer y consolidar formalmente líneas de investigación y de aplicaciones industriales y comerciales. En el 2015 se realizó un Análisis Situacional del Trabajo con integrantes del sector comercial, industrial y gubernamental dando como resultado la detección de necesidades inmediatas y potenciales que podrían ser resueltas con profesionistas de la carrera de IRT y pudiendo plantearse por lo tanto líneas de trabajo desde la academia en la carrera para la integración con la sociedad. Los resultados de los proyectos hasta ahora realizados han mostrado que se puede formalizar la

“organización” de la academia por medio de algún modelo de empresas consultoras y de desarrollo de aplicaciones telemáticas.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el estado actual de la carrera de IRT en la UPEG y posteriormente el modelo para orientar a la profesionalización de la carrera de IRT en la UPEG. Las condiciones, circunstancias y entorno hacen factible su implementación. El grupo docente tiene el perfil para ello. Los alumnos se han mostrado interesados en no solo aprender aspectos teóricos y conceptuales o en el desarrollo de proyectos puramente académicos de la carrera sino también la aplicación a situaciones reales. Los proyectos desarrollados podrían integrarse en un catálogo de productos y servicios que sin duda se pueden consolidar en líneas de desarrollo e investigación que finalmente serían los proyectos institucionales propuestos por la dirección de la carrera. El camino se ha iniciado, los pasos que se han dado y los resultados obtenidos son una muestra de la capacidad actual y potencial que tiene la carrera y sus integrantes. La consolidación implicaría incorporar técnicas y modelos de empresa para la profesionalización, por ejemplo, en programación se puede apoyar en el Personal Software Processes (PSP) con enfoque académico [6], integrarlo con el Team Software Processes [7], desarrollar las competencias, habilidades y aptitudes de la planificación y dirección de proyectos telemáticos y finalmente formalizar a la carrera con MoProSoft [8], [9].

## REFERENCIAS

- [1] Bellocchio Alborno, M. (2009). Educación basada en competencias y constructivismo un enfoque y un modelo para la formación pedagógica del siglo XXI (No. F/378 B4).
- [2] Orden Hoz, A. D. L. (2011). Reflexiones en torno a las competencias como objeto de evaluación en el ámbito educativo. Revista electrónica de investigación educativa, 13(2), 1-21.
- [3] Ríos, G. C., & Daza, G. S. (2006). La vinculación universitaria y sus interpretaciones. Ingenierías, 9(30), 19.
- [4] Velásquez Contreras, Andrés, Análisis situacional, intervención y aprendizaje organizacional. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea] 2005, (enero-abril) : [Fecha de consulta: 29 de agosto de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20605305>> ISSN 0120-8160
- [5] Bermúdez Reyes, B. (2016). Cansat: lata-satélite. Ciencia UANL, 19(81), 71-75.
- [6] Gómez, O. S., Aguilera, A. A., Gómez, G. E., & Aguilar, R. A. (2016). Estudio del Proceso Software Personal (PSP) en un entorno académico. ReCIBE, 3(2).

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

- [7] Ardila, C. A., & Pino, F. J. (2013). Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones. *Sistemas & Telemática*, 11(26), 29-46.
- [8] Oktaba, H., Esquivel, C. A., Ramos, A. S., Martínez, A. M., Osorio, G. Q., López, M. R., ... & Lemus, M. Á. F. (2005). *Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft*. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS), Distrito Federal, México.
- [9] Martínez Cárdenas, g. A. (2015). *Adaptación de MoProSoft para la Producción de Software en Instituciones Académicas* (Doctoral dissertation, Instituto Tecnológico de Colima).

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Realidad Aumentada en la Robótica como Auxiliar en la Capacitación de Personal. Caso de Estudio: Brazo con Seis Grados de Libertad

B. Román Ramírez

Estudiante de Ingeniería en  
Computación de la Universidad  
Americana de Acapulco A.C. con  
clave de incorporación UNAM 6852  
+52 1 7441353402  
brianromanra@gmail.com

R. Cuevas Valencia

Docente Investigador de tiempo  
Completo.  
Facultad de Ingeniería Universidad  
UAGro  
+52 1 7442541529  
reneecuevas@uagro.mx

D. González Maxinez

Docente Investigador de tiempo  
Completo  
Facultad de Ingeniería de la FES  
ARAGON UNAM  
+52 1 55 3668 8721  
DavidG.Maxinez@yahoo.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En esta investigación se describe a la Realidad Aumentada como propuesta de aprendizaje en la disciplina de la Robótica Educativa y su metodología instruccional que sustenta la creación de un software de Realidad Aumentada. En este contenido se abordan temas tales como: Aportaciones de la Realidad Aumentada en la educación y como una tecnología de información de la vida cotidiana, el uso de esta TIC emergente como material de enseñanza, aplicaciones software en materia educativa e información, la importancia de brindar aprendizaje lúdico y experimental al utilizar una herramienta de última generación que se adapte al pensamiento moderno de las personas para facilitar el aprendizaje.

### ABSTRACT

This research describes Augmented Reality as a learning proposal in the discipline of Educational Robotics and its instructional methodology that supports the creation of Augmented Reality software. This content addresses issues such as: Contributions of Augmented Reality in education and as an information technology of everyday life, the use of this emerging Tic as teaching material, software applications in

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

education and information, the importance of provide ludic and experimental learning by using a tool of last generation that adapts to the modern thinking of people to facilitate learning.

### Términos Generales

Vuforia: Es un kit de desarrollo de software de realidad aumentada (SDK) que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada.

Toolkit: Se refiere a un kit de desarrollo de software o SDK.

CAD: Diseños de modelos virtuales en 2D o 3D asistidos por computadora.

### Palabras clave

Realidad Aumentada [1], TIC, Robótica Educativa, Diseño Tecno-Pedagógico [2].

### Keywords

Augmented Reality, Tic, Educational Robotics, Techno-Pedagogical Design.

### INTRODUCCIÓN

La Realidad Aumentada es una tecnología que consiste en sobreponer objetos o animaciones generadas por computadora sobre una imagen capturada en tiempo real por algún dispositivo de captura como la cámara web, cámara de teléfonos celulares, entre otros dispositivos. De esta manera, los elementos físicos del escenario real se combinan con elementos virtuales, creando así una percepción híbrida entre objetos virtuales y escenarios reales.

En hechos anticipados de la tecnología, la Realidad Aumentada solo era posible en grandes firmas y marcas que contaban con la aportación de su propio software, motores gráficos y hardware, tal es el caso de los Toolkits AR Wikitude (Augmented Reality) para la versión del teléfono inteligente Android G1® [3] en el

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

año 2008 para poder llevar a cabo la ejecución de un entorno o escenario real con una interacción virtual que ayudara a resolver problemas de aplicación de campo y a la vez como una herramienta para que personas pudieran visualizar diseños de estructuras y modelos virtuales en un escenario y tiempo real.

Claramente los avances tecnológicos en Toolkits, SDK (software) y hardware (cámaras en dispositivos móviles, procesadores, memorias) limitaban el llevar a cabo e implementar de manera efectiva el desarrollo de esta tecnología a un dispositivo móvil de gama media con precios accesibles al usuario final o un dispositivo móvil de gama alta, así como la carencia de los mismos para crear sus propias TIC y hacer pruebas de estas desde un ordenador personal o dispositivo móvil inteligente (Smartphone).

Hoy en día los avances tecnológicos en software (toolkits) y hardware hacen posible el desarrollar entornos con el uso de la Realidad Aumentada para crear soluciones innovadoras y a su vez efectivas, como es el caso de Vuforia Toolkit ® [4] que incluye toda una gama de librerías de realidad aumentada para personas que desarrollan aplicaciones multiplataforma. Además de que cada vez existen más dispositivos móviles inteligentes de gama media y alta que en la actualidad cuentan con requerimientos mínimos de sistema que soportan Realidad Aumentada como AR Core (Google Inc.) [5] y permiten una óptima experiencia de uso de aplicaciones con tecnologías de este tipo.

La realidad Aumentada está en un auge, en un cúmulo de desarrollo y explotación de potencial alrededor del mundo. Actualmente esta TIC sigue en un proceso de evolución tal que personas comunes pueden poseer y hacer uso de herramientas profesionales para diseño arquitectónico hasta herramientas de aprendizaje y un método de diseño instruccional en las aulas de clases, museos, laboratorios y excursiones turísticas como módulos de información, entre otras aplicaciones más. Dicho esto, motiva a inculcar el uso de tecnologías de información emergentes de última generación para poder brindar aprendizaje lúdico y experimental como lo es el campo de la educación.

## OBJETIVO

Plantear una propuesta de innovación tecnológica para la educación en su modalidad de enseñanza aprendizaje, al utilizar herramientas de novedad; para ello se realiza una investigación que considera aspectos de modelos instruccionales y de cómo son los métodos y conocimientos aplicados en la disciplina de la Robótica Educativa; implementando una herramienta de Realidad Aumentada bajo un diseño instruccional Tecno-Pedagógico como aportación al proceso de aprendizaje aplicado a la Robótica Educativa como disciplina.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En la Actualidad existe una infinidad de programas computacionales multiplataforma de Realidad Aumentada que sirven como un estímulo dentro de un modelo instruccional de

aprendizaje en las aulas escolares o simplemente como aprendizaje lúdico-informativo [6] para todo tipo de personas. El diseño instruccional es la práctica de crear "experiencias de instrucción que hacen la adquisición de conocimientos y habilidades más eficiente, eficaz y atractiva". [7]

Algunos autores definen el diseño instruccional como:

Broderick (2014) lo define como el arte y ciencia aplicada de crear un ambiente instruccional y los materiales, claros y efectivos, que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr ciertas tareas.[8].

Una planificación instruccional sistemática que incluye la valoración de necesidades, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas [9].

Cuando una TIC funciona como una herramienta de aprendizaje, se dice que está hecha con un diseño de instrucción tecnológico. Dicho diseño está sustentado en modelos que brindan otras formas de proporcionar el conocimiento, por tal motivo, lo anterior es un justificante para desarrollar una metodología aplicando la Realidad Aumentada y especialmente aplicada a la enseñanza de Robótica Educativa bajo la estrategia de Diseño Tecno-Pedagógico.

El esquema de enseñanza aplicada a la Robótica Educativa, se basa en un modelo de diseño instruccional con la metodología didáctica, la cual consistente en que una persona se plantea el desarrollo de un ya sea de forma rutinaria o dinámica pero siempre siguiendo un modelo de enseñanza y fases de aprendizajes para las personas a las que se les otorga el conocimiento, con el fin diseñar y desarrollar acciones formativas de calidad. Es así el papel principal del docente o el instructor, mismo que es además requerido de diseñar los materiales y estrategias didácticas del curso o clase.

## COMPONENTES QUE INTEGRAN LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA

Los elementos básicos que conforman un sistema de Realidad Aumentada son los siguientes: un monitor, una cámara, el software que integrará la tecnología con su interfaz de usuario y un marcador.

El marcador es un símbolo escrito o un código QR impreso sobre objetos determinados, que varía desde un código de barras de cualquier producto hasta datos codificados en la superficie de monumentos o edificios.

La cámara se encarga de captar esos símbolos y transferirlos al software, en este contexto, es necesario que la cámara detecte un marcador para sobreponer una figura virtual en la imagen real que se está capturando. Éste interpreta los datos de los marcadores captados por la cámara y los convierte en todo tipo de información: Texto, imágenes fijas, video en 3D y/o sonido.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## APLICACIONES DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA VIDA DIARIA

Una de las características de la realidad aumentada es que amplía y mejora la información que se tiene de un entorno físico o mundo real a través dispositivos tecnológicos con capacidad de visión. Dicho de otro modo, la realidad aumentada funciona como añadidura de información digital a una imagen del mundo real a través de la cámara de los dispositivos tecnológicos.

Son tantas las posibles aplicaciones de dicha tecnología que su uso se expande prácticamente a la mayoría de las áreas donde los seres humanos interactúan por medio de un dispositivo inteligente que cada día son más.

A la fecha, son diversos los campos en donde la realidad aumentada ha tenido ya aplicaciones prácticas:

- Televisión por ejemplo las transmisiones deportivas, con las repeticiones y escenas de análisis de los comentaristas, clima o anuncios comerciales.
- Entretenimiento y videojuegos.
- Cine (efectos especiales).
- Simulación, como herramientas de entrenamiento para pilotos.
- Servicios de emergencias y militares al mostrar instrucciones de evacuación de un lugar, mapas, localización de enemigos.
- Arquitectura en la simulación de edificios o decoración de interiores.
- Dispositivos de navegación.
- Aplicaciones industriales.
- Publicidad.
- Turismo como guías virtuales.

## REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN

Numerosas son las ventajas y las aplicaciones que tiene esta tecnología en la educación. Por ejemplo, el aplicar la Realidad Aumentada a los tradicionales libros de texto permite integrar ejercicios donde los alumnos pueden explicar los objetos tratados en clase desde todas las perspectivas posibles, especialmente útil para asignaturas relacionadas la anatomía, la historia, por mencionar algunas. Innovando de forma dinámica y entretenida el proceso de enseñanza con los alumnos.

Ejemplo de esta área de la Realidad Aumentada aplicada a la educación son los proyectos learnAR y Human Anatomy Atlas [10], que se centran, principalmente, en la enseñanza de temas relacionados con la medicina, como son el aprendizaje de la estructura ósea y los órganos del cuerpo humano [11].

## *La Realidad Aumentada como herramienta de información en el aprendizaje de la Robótica Educativa*

Un sistema de realidad aumentada general inicia con el registro de las señales del mundo real (video y audio, esto es, la captura de una estructura de robótica básica, un brazo robótico con 5 articulaciones, por ejemplo). Estas señales son procesadas por un sistema de realce de orillas de objetos para preparar la imagen para la segmentación o extracción de objetos y el reconocimiento de patrones y marcas.

Este proceso permite determinar en dónde hay que remplazar un objeto real por uno virtual, cuál objeto virtual debe colocarse sobre el espacio real (el espacio de video) y en qué posición y perspectiva.

Para agilizar el proceso de la creación de la herramienta de Realidad Aumentada y permitir la interactividad óptima con el usuario requieren de gráficos en tiempo real, sean estos modelos en tercera dimensión creados por técnicas de renderización y programación por computación gráfica o utilizar modelos CAD. Es conveniente que la correspondencia entre patrones, marcas, rasgos geométricos del entorno, la posición tridimensional y la perspectiva de dibujado de los objetos virtuales, sea preparada con anticipación. Esto es: que se cree una base de datos y se entrene al sistema para evitar numerosos cálculos en tiempo de ejecución, si bien es una tarea que se puede desarrollar para el funcionamiento de la aplicación de Realidad Aumentada o también se opta por un kit de desarrollo de software de Realidad Aumentada como lo es Vuforia © que ya ofrece una propia base de datos para el uso de las figuras y estructuras robóticas y su identificación de target (código QR o dibujo de referencia) en la superficie real. Algunos de estos cálculos pueden ser preparados y dicha inteligencia artificial puede ser parte del sistema. Sin embargo, la síntesis de imágenes debe estar en su posición y perspectiva correctas, tal cual que permita lograr una correspondencia geométrica entre los mundos virtual y real (que el nuevo espacio sea coherente para usuario), es decir, debe realizarse en tiempo real y de forma interactiva.

Esta alineación de ambos mundos se logra extrayendo información tridimensional de las imágenes de video (en dos dimensiones) a partir de marcas colocadas en el mundo real y de rasgos de perspectiva que pueden ser extraídos del entorno real (los contornos de muros, geometrías simples y conocidas o medidas previo a la generación del contenido, entre otras técnicas).

Cuando se conocen las propiedades del dibujado (se establecen la serie de transformaciones que han de aplicarse al objeto virtual; así como los parámetros de la cámara virtual y la iluminación), se crean o sintetizan y se pasan al proceso de composición de la señal de video de salida; la cual fusiona siguiendo reglas (de oclusión, por ejemplo) la señal de video original con la señal de la escena virtual. Esta nueva señal, mezcla de ambos mundos, es transferida a los monitores o proyectores.

Si el sistema genera una perspectiva única para ambos ojos, el usuario verá una imagen bidimensional (mono); mientras que



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

para ver en tercera dimensión (estereografía) es necesario generar un par de imágenes, cada una con la perspectiva correspondiente a cada ojo y solo dejar ver a cada ojo su imagen correspondiente. Lo que ve el usuario es una interpretación del producto de un proceso neuro-psicológico.

La concatenación de estos procesos resulta en un sistema con las siguientes características de la realidad aumentada:

- Combina objetos reales y virtuales en nuevos ambientes integrados.
- Las señales y su reconstrucción se ejecutan en tiempo real.
- Las aplicaciones son interactivas.
- Los objetos reales y virtuales son registrados y alineados geoméricamente entre ellos y dentro del espacio, para darles coherencia espacial.

## CONCLUSIONES

Si bien el desarrollar esta TIC emergente como una herramienta de aprendizaje con su diseño instruccional muy ligado y compatible para una disciplina científica como lo es la Robótica Educativa puede ser muy eficaz, por ejemplo, para el análisis de diseños de estructuras robóticas virtuales en un escenario real y conocer así su comportamiento a la vez de que se adquieren conocimientos de una manera atractiva y lúdica, esta es una tecnología que no se encuentra al alcance de todas las personas actualmente, sin embargo, cada vez son más los campos de acción de la Realidad Aumentada.

Los dispositivos móviles que hacen uso de la tecnología de Realidad Aumentada están adaptando y creando sus propias marcas de kits de desarrollo de software SDK con esta tecnología como lo es Google con su ARCore, cada vez es más la demanda al ser indispensable el tener desarrolladores de esta TIC, se empieza así a convertir en un estándar y más aún, una tendencia en las computadoras, móviles con capacidades de captura de imagen en tiempo real como la cámara de los smartphones y tabletas inteligentes.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Americana de Acapulco por contribuir con su personal docente en mi formación profesional y personal.

## REFERENCIAS

- [1] Instituto Politécnico Nacional. (IPN). MX. (2016). ¿Qué es la Realidad Aumentada?. Revista Conversus. cedicyt.ipn. Obtenido de: <http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/RealidadAumentada.aspx>
- [2] Belloc, B. Diseño Instruccional. Universidad de Valencia. Unidad de Tecnología Educativa. (UTE).

Párrafo llamado "Importancia del DI en el e-learning".pags. 11-13

- [3] Hauser, A. (Agosto 9 año 2010). Wikitude. Obtenido de: <http://www.wikitude.com/wikitude-world-browser-augmented-reality/>
- [4] Vuforia. PTC Inc. (2018). Vuforia. Obtenido de: <http://www.vuforia.com/tools-and-resources.html>
- [5] Google ARCore, Google Inc. (Agosto 2 año 2018). Developers.google. Obtenido de: <https://developers.google.com/ar/discover/>
- [6] Belloc, B. Diseño Instruccional. Universidad de Valencia. Unidad de Tecnología Educativa. (UTE). pags. 2-3
- [7] González Morales, L.. (2017). Metodología para el diseño instruccional en la modalidad b-learning desde la Comunicación Educativa. Razón y Palabra. Volumen (21), pags. 32-50
- [8] González Morales, L.. (2017). Metodología para el diseño instruccional en la modalidad b-learning desde la Comunicación Educativa. Razón y Palabra. Volumen (21), pags. 32-50
- [9] González Morales, L.. (2017). Metodología para el diseño instruccional en la modalidad b-learning desde la Comunicación Educativa. Razón y Palabra. Volumen (21), pags. 32-50
- [10] LearnAR, Trails of Integrity and Ethics. (2017). ar-learn. Obtenido de: <http://ar-learn.com/>
- [11] Human Anatomy, Visible Body ©. (©2018). visiblebody. Obtenido de: <http://www.visiblebody.com/ar>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Simulación en tercera dimensión del sistema circulatorio de los cánidos para propósito educativo

David Araujo Díaz  
Escuela Superior de Cómputo  
Instituto Politécnico Nacional  
CDMX, Mexico  
daraujo270@gmail.com

Arturo Borja Araiza  
Escuela Superior de Cómputo  
Instituto Politécnico Nacional  
CDMX, Mexico  
aborja.isc@gmail.com

Laura Méndez Segundo  
Escuela Superior de Cómputo  
Instituto Politécnico Nacional  
CDMX, Mexico  
lmendezs.escom@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Este documento describe el desarrollo de un sistema de simulación en tercera dimensión como un apoyo educativo, que permiten la interacción con el estudiante. El sistema será capaz de orientar y desplegar el nombre de la arteria resaltado de canis familiaris en el modo de exploración y presentar una prueba durante el modo de examen.

### ABSTRACT

This document describes the development of a simulation system in the third dimension as an educational support, allowing the interaction with the student. The system will be able to guide and deploy the name of the highlighted artery of canis familiaris during the exploration mode and present a test during the exam mode.

### Categorías y Descriptores Temáticos

Human-centered computing; Human computer interaction (HCI), Interaction Paradigms, Graphical user interfaces.

### Términos Generales

Programación, Interfaz gráfica, Simuladores.

### Palabras Clave

Simulador, Sistema Circulatorio, cánidos, tercera dimensión, medicina veterinaria, Zootecnia, Sistema Computacional.

### Keywords

Simulator, Circulatory system, canids, third dimension, Veterinary Medicine, Zootechnics, computer system.

### INTRODUCCIÓN

Si bien la anatomía se basa en el examen descriptivo de los organismos vivos, la comprensión de la arquitectura en la que se organizan requiere cierta correspondencia con la función que tienen. Por lo tanto, este estudio se fusionó con resultados de fisiología en anatomía funcional.

En la enseñanza de la anatomía humana, según Keith Leon Moore (1997) la base de conocimientos sobre el cuerpo humano es el cadáver. Esta Declaración también es aplicable a la anatomía veterinaria desde el estudio de prácticamente cualquier sistema, tejido, órgano o microorganismo requiere, en su mayoría, el uso de al menos un cadáver de la muestra a estudiar.

Canales utilizadas son raramente reutilizables para las clases posteriores y han limitado uso; desde entonces, ser material orgánico, se descompone después de cierto tiempo. Para definir el problema a resolver, se decidió centrarse en el sistema circulatorio del perro doméstico (Familiaris del Lupus de Canis) ya que es la mascota favorita en todo el mundo, debido a su fácil domesticación y el impacto positivo que tiene en sus dueños, así como el hecho de que es el animal favorito de la Zootecnista promedio.

Actualmente en la carrera de medicina veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el tema de veterinaria Anatomía II, tiene un porcentaje de 40% de fracasos en el tema del aparato circulatorio, según el profesor Alberto Fouilloux Morales, Facultad de académico, gran parte del problema proviene de la falta de interés de los estudiantes

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

78o. Congreso Internacional de Computación CICOM 208 (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

porque no hay ninguna herramienta de enseñanza con que la clase es entretenido y sólo tienen libros de carácter estrictamente teórico y con una imagen descriptiva del órgano o la arteria a tratar.

Actualmente en el campo de la medicina hay avances tecnológicos que facilitan la visualización de partes específicas del cuerpo humano, estos sistemas ayudan a tanto en la parte aplicada de la medicina y el estudio y la enseñanza en este mismo campo. Hay avances que en algunas zonas se está convirtiendo en cada vez menos necesario para el estudio de un cadáver con el fin de visualizar sus órganos, la estructura y organización de estos. Con el tecnológico avance que tenemos hoy en día podemos visualizar un corazón humano irrigar sangre a todo el cuerpo pudiendo detectar patologías, encontrar tumores cancerosos o simplemente aprender los nombres de las arterias y las venas que conforman el mismo, lo que la parte de la instrucción más fácil para el estudiante de medicina.

## OBJETIVOS

El sistema de simulación en tercera dimensión del sistema circulatorio de cánidos para uso educativo es una herramienta computacional didáctica que servirá como un apoyo educativo para estudiantes y profesores, que se centrarán en la visualización en 3D del perro circulatoria sistema (Canis familiaris) de manera detallada, indicando el camino que sigue la sangre desde el corazón a una arteria específica, ilustrando este camino con un color distintivo, así como el nombre de la arteria a través del cual está viajando.

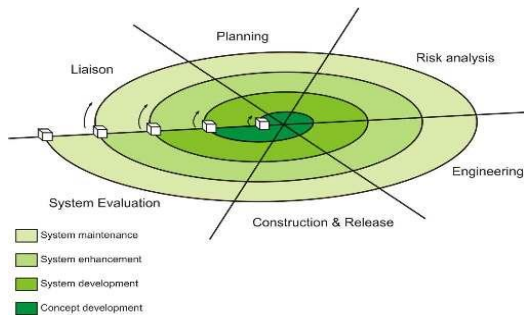


Figure 3.1: Modelo en Espiral.

Este trabajo solo funciona con los vasos rojos de la muestra masculina y de manera general.

## METODOLOGIA Y DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto la metodología de la espiral se utilizará, ya que por la naturaleza del proyecto es el que mejor se adapte a las necesidades de este, ya que permite para llevar a cabo diversas pruebas con los prototipos, así como una retroalimentación en cada revisión del proyecto y el usuario final tendrá que probarlo y comunicar al equipo si el sistema propuesto es funcional o no, para luego optimizarla y cubrir las necesidades del usuario final.

El modelo espiral, propuesto originalmente por Boehm [BOE88], es un modelo de proceso de software evolutivo que combina la naturaleza iterativa de construcción de prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del modelo lineal secuencial. Proporciona el potencial para el desarrollo rápido de versiones incrementales del software.

En el modelo espiral, el software se desarrolla en una serie de versiones incrementales. Durante las primeras interacciones, la versión incremental podría ser un modelo de papel o un prototipo. Durante las últimas iteraciones, se producen versiones cada vez más completas del sistema diseñado. El modelo espiral se divide en varias actividades de marco, también llamadas regiones de tarea.

Generalmente, existen entre tres y seis regiones de tareas.

Figura 3.1 representa un modelo de espiral que contiene seis regiones de tareas:

- Comunicación con el cliente - las tareas requieren para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.
- Planificación-las tareas requeridas para definir recursos, tiempo y otras informaciones relacionadas con el proyecto.
- Análisis de riesgos - las tareas requeridas para evaluar riesgos técnicos y de gestión.
- Ingeniería - las tareas requieren para construir una o más representaciones de la aplicación.
- Construcción y acción-las tareas requieren para construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario (por ejemplo: documentación y práctica).
- Evaluación del cliente - las tareas requeridas para obtener la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería e implementado durante la fase de instalación.

El desarrollo consiste en los casos de uso y los procesos más importantes dentro del sistema, además de los correspondientes diagramas que muestran la lógica y los distintos procedimientos con el kit.

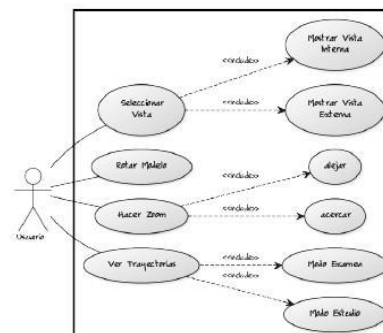


Figure 3.2: Diagrama de casos de Uso.

Figura 3.2 muestra el diagrama de caso de uso general del sistema. Como se puede apreciar, el diagrama tiene un único actor (usuario).

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

El sistema se subdivide en 4 casos de uso general:

El caso de uso (CU) "Mostrar vista" tiene como objetivo mostrar al usuario las diferentes vistas que se toman en modelo 3D como lo requiere la actividad que el usuario desea realizar.

CU "Rotar modelo" trata de girar el modelo y verlo desde el ángulo deseado por el usuario.

TABLE I. Caso de Uso: Mostrar Vista

<b>Caso de Uso</b>	CU1 "Mostrar Vista"
<b>Version</b>	1.0
<b>Funcion</b>	Visualización
<b>Atributos</b>	
<b>Hereda de:</b>	-
<b>Propósito</b>	Mostrar el modelo o vista seleccionado
<b>Entradas:</b>	-
<b>Salidas:</b>	-
<b>Precondiciones</b>	-
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Ruta principal</b>	
<b>Actor</b>	-
<b>Sistema</b>	Despliega pantalla "vista externa"

TABLE II. Caso de Uso: Rotar Modelo

<b>Caso de Uso</b>	CU2 "Rotar Modelo"
<b>Version</b>	1.0
<b>Funcion</b>	Visualización
<b>Atributos</b>	
<b>Hereda de:</b>	-
<b>Propósito</b>	Rotar el modelo en la dirección requerida
<b>Entradas:</b>	Presionar direccionales
<b>Salidas:</b>	Rotar el modelo manteniendo presionado el botón y la dirección.
<b>Precondiciones</b>	La vista actual y la posterior deben ser diferentes
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Ruta principal</b>	
<b>Actor</b>	Rotacion
<b>Sistema</b>	Despliega la "vista externa"

En la CU Zoom en la tabla III, podemos acercar o alejar nuestro modelo, por lo que podemos comprobar con detalle cada vaso arterial que queremos comprobar. Finalmente, el camino de mostrar CU se muestra en la tabla IV, permite al usuario ver el camino que va desde un punto de la red arterial hasta otro ser resaltados en un color diferente.

La herramienta utilizada para el desarrollo de este proyecto era la unidad en la versión 5.2, que nos ofrecen múltiples funciones y herramientas para la creación de juegos y aplicaciones que requieren una visualización avanzada.

TABLE III. Caso de Uso: Zoom

<b>Caso de Uso</b>	CU3 "Zoom"
<b>Version</b>	1.0
<b>Funcion</b>	Visualizacion
<b>Atributos</b>	
<b>Hereda de:</b>	-
<b>Propósito</b>	Permite acercar y alejar la cámara del modelo y sus partes.
<b>Entradas:</b>	Presionar el botón de zoom
<b>Salidas:</b>	Las funciones de zoom se habilitan
<b>Precondiciones</b>	-
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Ruta principal</b>	
<b>Actor</b>	Zoom in/ Zoom out
<b>Sistema</b>	Despliega la "vista externa"

TABLE IV: Caso de Uso: Mostrar Camino

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

<b>Caso de Uso</b>	CU4 "Show Path"
<b>Version</b>	1.0
<b>Funcion</b>	Visualizacion
<b>Atributos</b>	
<b>Hereda de:</b>	-
<b>Propósito</b>	Permite visualizar las rutas de la sangre desde el corazón hasta diversos puntos en el modelo
<b>Entradas:</b>	Ingresar el destino en el buscador
<b>Salidas:</b>	Se muestra la ruta en color amarillo
<b>Precondiciones</b>	-
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Ruta principal</b>	
<b>Actor</b>	Buscador
<b>Sistema</b>	Despliega la "vista externa"

Esto facilita el camino para desarrollar y manipular objetos virtuales y mundos creados, además ofrecemos la posibilidad de recopilar y combinar una serie de secuencias de comandos para la programación y el funcionamiento de la herramienta. La unidad soporta scripts principalmente C y JavaScript, usaremos la primera de ellas.

Esta herramienta fue dividida en 3 diferentes puntos de vista, que juntos formarán la herramienta desarrollada. Estos son:

- **Menú principal**

Esta vista nos ofrece las opciones de gestión que tenemos dentro de la herramienta, dependiendo de lo que desee hacer, o bien solo mantenga una sesión de estudio y consulta o si desea hacer una evaluación personal del conocimiento que posee, como podemos ver en la Figura 3.3.



Figure 3.3: Vista principal del sistema.

- **Modo de estudio**

Esta vista ofrecerá varias opciones para facilitar el estudio y la visualización de la malla arterial, así como un motor de búsqueda y un seguimiento de herramientas que faciliten el aprendizaje de esto, como se muestra en la Figura 3.4.

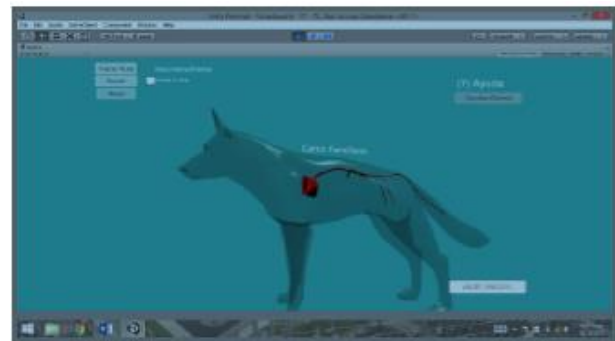


Figure 3.4: Modo Estudio

- **Modo de examen**

Finalmente, esta vista nos ofrece las herramientas necesarias para que el usuario pueda realizar una evaluación del conocimiento personal a partir de una serie de preguntas y una puntuación que lo apoye en su estudio y cuantifique el aprendizaje adquirido, es casi igual que el modo de estudio, pero esto tiempo que tenemos un cuadro de texto para responder o un color diferente para indicar la arteria deseada.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figure 3.5: Modo Exámen.

Las diversas funciones que puede desempeñar esta herramienta se han programado en varios scripts C#, estas funciones van desde aspectos de diseño como colorear algunos modelos, hasta controlar cada uno de los objetos, interfaces y elementos que componen las distintas vistas.

## RESULTADOS

La funcionalidad del trabajo se llevó a cabo en el 80% ya que la herramienta de modelado virtual fue aprendida y modelado virtual de las arterias y el corazón fue realizada, y se creó la aplicación donde se puede visualizar el funcionamiento del aparato circulatorio del perro. Además, se completó el módulo de modo de estudio. Con este sistema los usuarios pueden reafirmar sus conocimientos previamente adquiridos de una manera más clara y más ilustrativa con una animación tridimensional, así como adquirir nuevos conocimientos.



Figure 4.1: Visualización Arterial.



Figure 4.2: Trazado de ruta sanguínea.

## CONCLUSIONES

El modelado virtual es una herramienta muy útil para representar los objetos reales y modelar el sistema circulatorio en esta forma simplifica su comprensión. El sistema ayuda a simplificar las tareas, ahorrar recursos y facilitar su difusión. Este sistema nos ayudó, porque durante nuestra estancia como estudiantes de la Ingeniería en sistemas computacionales enfrentamos varios problemas dentro de su área correspondiente. A diferencia de este sistema en el que combinamos nuestros conocimientos adquiridos. Para ello, una investigación y análisis se llevaron a cabo con el fin de realizar con éxito su desarrollo e implantación. En relación con el desarrollo del problema se utilizaron herramientas que durante la carrera que no habíamos usado, y tuvimos que aprender mediante la investigación y la lectura de estas herramientas son: C# lenguaje, modelado 3D y la estructura del aparato circulatorio del perro. Aunque también utilizamos el conocimiento que hemos adquirido durante la carrera como el análisis de ingeniería de Software, el XML utiliza la lista de las arterias que contribuyeron a nuestra formación como ISC puesto que estas herramientas son lo que pretendemos utilizar en el ámbito laboral debe ser mencionado que el O su sistema, a diferencia de los libros, animaciones, videos y la manera convencional de enseñar una clase, tiene las siguientes ventajas: nuestro sistema permite al usuario interactuar con el sistema. Donde toma la decisión de qué órgano quiere estudiar en ese momento a diferencia de un vídeo en el que ya tiene un contenido y una secuencia establecida. Ofrece una vista tridimensional donde el usuario puede rotar la imagen 360° y así poder visualizar cualquier punto del órgano sin perder ningún detalle. Por el contrario, en libros o animaciones se muestra sólo una vista plana (derecha, izquierda, superior, inferior o frontal).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Politécnico Nacional (IPN), a la Escuela Superior de Cómputo y a todos los profesores y

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

personas que, con sus enseñanzas, esfuerzo y conocimiento, hicieron posible la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] James G. Cunningham, 2003, DVM, P. (2003). Fisiología veterinaria, volume 1. Acribia. 3.2.1.4
- [2] König and Liebich,. Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color, volume 2. Ed. Médica Panamericana. 3.2.1.2, 3.2.1.3
- [3] Technologies, U. (2015). Unity. 3.3.1.1
- [4] Dawson L., Kaufman J. The imperative for medical simulation. Proceedings of the IEEE, 86(3), 479-483, 1998.
- [5] Salas R., Ardanza P. Centro Nacional de Perfeccionamiento Médico y Medios de Enseñanza. La simulación como método de enseñanza y aprendizaje (1995).
- [6] Muñoz Henriquez, L. “Metodología para elaborar multimedia a nivel sistémico”. II Jornadas Multimedia Educativo, Barcelona. Julio 2000.
- [7] Okita, A. (2014). Learning C# Programming with Unity 3D. New York: A K Peters/CRC Press. Okita, A. (2014). Learning C# Programming with Unity 3D. New York: A K Peters/CRC Press.
- [8] Murray, J. (2014). C# Game Programming Cookbook for Unity 3D. New York: A K Peters/CRC Press.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sistema de comunicación con voz para sordos

Laura Villavicencio Gómez  
Instituto Tecnológico de Zacatepec  
Sistemas y computación  
Calzada Tecnológico No. 27  
Zacatepec Mor., C.P. 62780  
7341362398  
villavicencio\_2000@itzaca-  
tepec.edu.mx

Boris A. Aranda Benítez  
Instituto Tecnológico de Zacatepec  
Sistemas y computación  
Calzada Tecnológico No. 27  
Zacatepec Morelos, C.P. 62780  
7341159135  
baaranda@yahoo.es

Adhara Galarza Maldonado  
Instituto Tecnológico de Zacatepec  
Sistemas y computación  
Calzada Tecnológico No. 27  
Zacatepec Morelos, C.P. 62780  
7341149413  
Adharagalarzaitz@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

El presente trabajo muestra el análisis, diseño e implementación del proyecto llamado Sistema de Comunicación con voz para Sordos que es utilizado para dar a la comunidad sorda la capacidad de comunicarse mediante voz con personas oyentes. Se describen los fundamentos conceptuales y teóricos utilizados para la creación del proyecto que contiene los módulos de interfaz de usuario, control de calidad y creación de reportes. Fue desarrollado en dispositivos móviles utilizando Android y Base de datos SQLite.

### ABSTRACT

The present work shows the analysis, design and implementation of the project called Communication System with Voice for the Deaf that is used to give the deaf community the ability to communicate by voice with hearing people. The conceptual and theoretical foundations used for the creation of the project that contains the user interface modules, quality control and report creation are described. It was developed on mobile devices using Android and SQLite database.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.7 Database applications: Programación Android en Dispositivos móviles.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### Términos Generales

Sistema de comunicación para la comunidad sorda, tecnologías emergentes, etc.

### Palabras clave

Sordos, Comunicación, Voz, lengua de señas, inclusion.

### Keywords

Deaf, Communication, Voice, sign language.

### INTRODUCCION

La comunicación entre las personas con los años, dejó de ser únicamente un lenguaje, para convertirse en medio de comunicación masiva y mediación cultural. Significa poner en común con otro, ideas y pensamientos a través de diferentes canales y códigos.

Esta actividad que resulta tan cotidiana, no es sencilla para las personas con discapacidad auditiva, comúnmente llamadas "Sordas". El idioma utilizado por la población Sorda, llamado lenguaje de señas o también lenguaje de signos, difiere de cualquier país, incluso de regiones aun en un mismo país.

En cualquier lugar del mundo, el Sordo se enfrenta a retos en las tareas más comunes tales como pedir algún producto en un establecimiento de comercio o pedir algún servicio y lograr que los oyentes puedan entender al Sordo para brindarles el servicio y las atenciones de forma adecuada.

Aun para aquellos que están familiarizados con el lenguaje de señas, entender a un Sordo se trata de una tarea difícil. Debido a que para un Sordo no existen los tiempos verbales en las expresiones (pasado y futuro), es decir, los verbos se encuentran en forma infinitiva con terminaciones "ar", "er", "ir" como "comer", "bailar", "reír" etc. y los conectores no son utilizados. Siendo así, la forma de las expresiones emitidas por un Sordo carecen de sentido y sintaxis según la gramática del español. Las frases tienen la forma "Niño comer rápido" en lugar de "El niño comió rápido".

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Más de mil millones de personas, es decir, un 15% de la población mundial padece alguna forma de discapacidad. En 2014, el 6.6 por ciento de la población mexicana reportó tener una discapacidad, esto es, 7 414 211 de los 112 336 538 Mexicanos tiene algún tipo de discapacidad y en Morelos existe un índice de 1.94 % de la población con este problema.

Esto significa que más de 34 478 personas padecen alguna discapacidad en el estado de Morelos, de estos, aproximadamente 4792 padecen sordera y 4416 tienen dificultades para hablar debido a esta última discapacidad en específico.

La población con discapacidad ha sido discriminada, y lo ha sido también la población Sorda, no solo en Morelos, sino en el mundo entero siendo esta discriminación causada por la ignorancia respecto a las necesidades y características de estas personas.

El lenguaje de seña que es el idioma utilizado por la población Sorda, difiere de un país a otro, incluso si de países hispano-hablantes se trata. Así como de una localidad a otra puede variar el uso de las palabras, también varía en el uso del lenguaje dactilológico, y las instituciones dedicadas a este sector van agregando cada día nuevas señas a su sistema de lenguaje de señas.

## OBJETIVO GENERAL

Establecer una comunicación de una vía de una persona sorda a personas oyentes a través de un dispositivo parlante.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Facilitar la comunicación de una vía de una persona sorda a personas oyentes.
- Que la persona sorda pueda emitir frases habladas predefinidas a través de un dispositivo parlante.
- Que el dispositivo parlante emita la voz de acuerdo al género o edad del sordo.
- Que el dispositivo parlante tenga varias categorías a elegir.
- Proporcionar una aplicación con una interfaz sencilla para la persona sorda.

## JUSTIFICACIÓN

El beneficio del proyecto radica en el método de comunicación de una vía (Sordo hacia el oyente) para las personas Sordas, ayudará a mejorar su calidad de vida, establecer mejores relaciones familiares, de amistad y sociales, el sistema provee una forma vanguardista de transmitir un sentimiento, petición o requerimiento, usando la tecnología móvil en unión con los sistemas de computación de manera que con solo presionar un icono y sin tener la limitante del lenguaje de señas que es el contacto visual, puede existir comunicación entre emisor (Sordo) y receptor (oyente), además otro beneficio importante es que hará más independientes a las personas con Sordera.

De acuerdo con datos del último Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de 5 millones 739 mil 270 personas con discapacidad que hay en la República Mexicana, 12.1 por ciento son sordos, es decir la aplicación está dirigida a las 694,451(12.1 por ciento de la población discapacitada en México) personas con déficit auditivo que habitan en el territorio mexicano (según INEGI) y todas las personas que formen parte de su círculo social (amigos, familiares, etc.), ya que para ellos es sumamente necesario interactuar entre sí. Comunicar una necesidad, expresar un sentimiento o requerir un servicio es de alguna manera una prioridad para el desarrollo personal y social de una persona Sorda u oyente.

Esta aplicación también beneficia a los familiares de personas Sordas, escuelas de educación especial donde se puede aplicar y utilizar la aplicación de forma educativa y formativa alcanzando así una buena parte de la población con discapacidad auditiva en toda la República Mexicana.

## METODOLOGÍA

Se realizó una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android, con una interfaz, sencilla y amable. El cual le permita a una persona sorda comunicarse con una persona oyente, esto dándole una voz de acuerdo a su sexo y edad, permitiéndole pronunciar oraciones de acuerdo a la selección de una imagen, además de permitirle a la persona sorda crear sus propias oraciones, grabando la voz de alguien cercano a él/ella.

A continuación, se muestra el diagrama de arquitectura (ver figura 1) el cual expone el diseño de la aplicación. Primero se tiene la vista principal el cual tiene las opciones Elegir Voz y el Menú Principal. Dentro de elegir Voz se tiene el menú de voces el cual contiene las opciones voz de niña, niño, mujer y hombre.

Dentro del menú principal se tienen los siguientes campos semánticos:

- Comunes: Contiene las Frases que más expresamos en la vida diaria
- Compras: Contiene un submenú con las siguientes opciones: comida, bebidas, dulcería, hogar e higiene.
- Transporte: Contiene las Frases que más expresamos al subirnos a un transporte
- Doctor: Contiene Frases acerca de los síntomas que sentimos al enfermarnos
- Farmacia: Contiene Frases para pedir productos que se venden en una farmacia el cual no requiera receta
- Míos: Contiene Frases que la persona sorda a agregado.
- Agregar: La Persona sorda podrá agregar sus propias frases a través de la grabación de una voz de algún familiar o amigo.
- Acerca de: Contiene Información acerca de lo que es y hace la aplicación.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

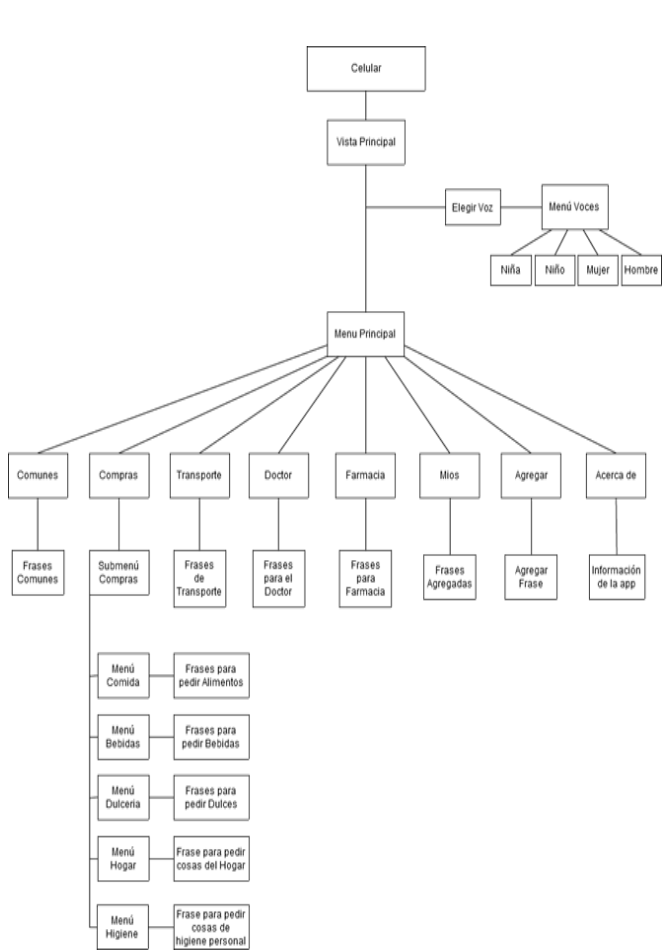


Figura 1. Diagrama de Arquitectura

La persona sorda al entrar a la interfaz se encuentra con las opciones Seleccionar Voz, Seleccionar Campo Semántico y Grabar Voz, donde cada una de estas tiene incluidas más opciones, Como se puede mostrar en la figura 2.

La persona sorda entra a la aplicación, en seguida selecciona la voz que desea, su elección será almacenada en una base de datos. Ya seleccionada la voz la persona tiene acceso al menú principal, sea la opción seleccionada entre Comunes, Compras, Transporte, Doctor, Farmacia o Míos se tiene una lista de frases, al seleccionar una de estas se reproducirá. Cabe mencionar que en la opción Míos hace llamado a las grabaciones que se encuentran en un directorio específico (antes creado) dentro de la tarjeta SD. En las opciones Agregar se crea un directorio en la tarjeta SD donde ahí se van almacenando las grabaciones hechas por la persona sorda.

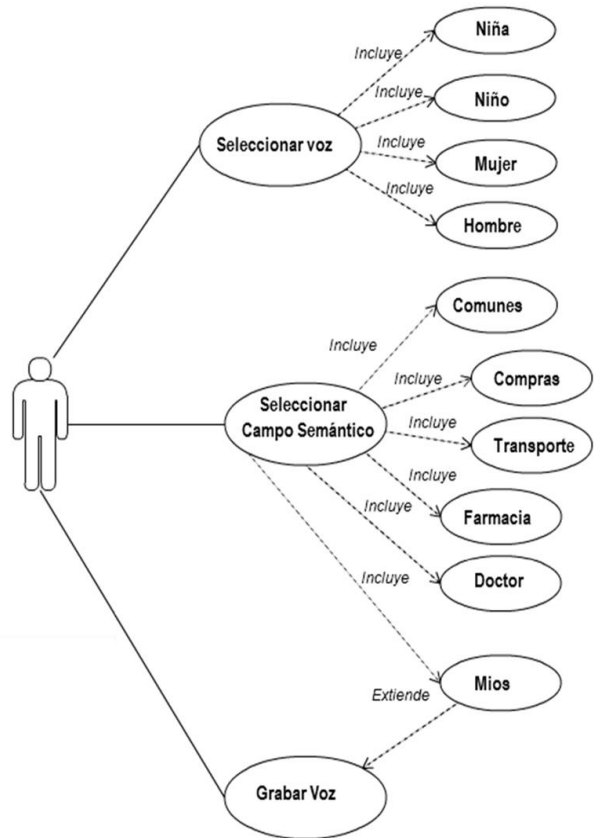


Figura 2. Diagrama de Caso de Uso

## RESULTADOS

La aplicación es una intermediaria entre usuarios Sordos y personas oyentes. Cuenta con imágenes que representan frases de uso cotidiano que son emitidas en forma de sonido a través de un dispositivo parlante para que el Sordo exprese un sentimiento, petición o requerimiento.

Las frases son de ambientes variados como social, del hogar, de transporte y salud. Además, la aplicación puede personalizarse con voces de hombre adulto, mujer adulta, niño y niña.

También aplicación puede crecer en cuanto al banco de frases (para escuela, restaurant, etc.) y el banco de voces también tiene esta apertura.

La figura 3 muestra la pantalla principal donde se tiene el botón menú y el botón seleccionar voz.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia  
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



Figura 3. Pantalla Principal

La Figura 4 muestra la pantalla seleccionar voz donde se tienen 4 botones con distintas voces.

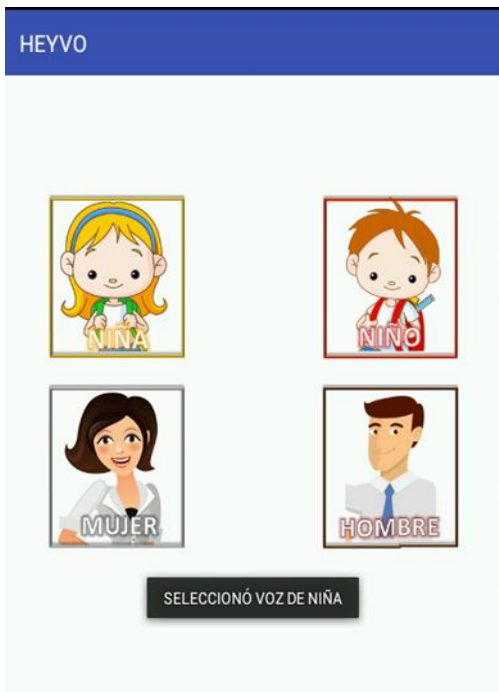


Figura 4. Pantalla Seleccionar Voz

La Figura 5 muestra el menú principal con distintos campos semánticos



Figura 5. Pantalla Menú

La figura 6 muestra una lista de frases que el usuario a agregado en la opción Agregar del menú antes mostrado.



Figura 6. Pantalla Mios

La figura 7 muestra un cuadro de texto para agregar el título de una frase, un botón para empezar a grabar una frase, otro botón para detener la grabación y ser guardada y por último otro botón para escuchar la grabación.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

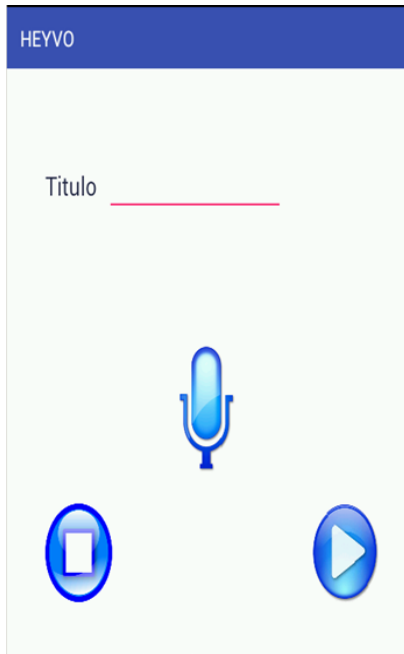


Figura 7. Pantalla Agregar

La Figura 8 muestra un cuadro de texto y un botón, donde el usuario podrá escribir lo que desee expresar y al darle clic al botón este leerá lo que contiene el cuadro de texto.

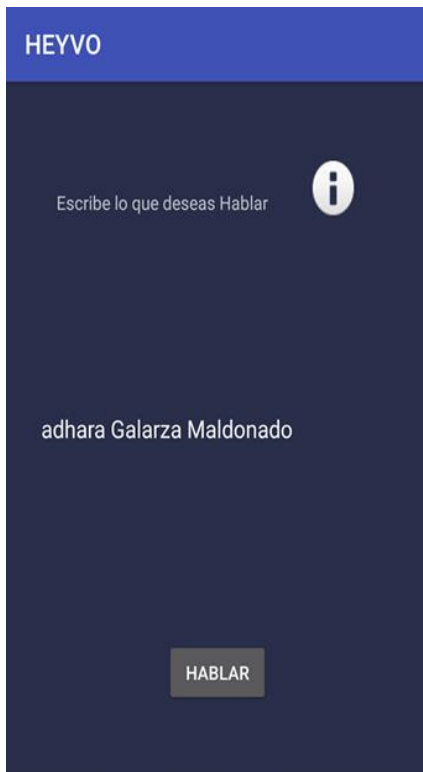


Figura 8. Pantalla Escribir

## CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra como diseñar e implementar un Sistema de comunicación con voz para sordos, el cual permite que una persona sorda pueda comunicarse de manera básica con una persona oyente, a través de imágenes con la frase a pronunciar.

Además, durante las pruebas del sistema se pudo observar que también ayuda a agilizar el proceso de aprendizaje de lectura y escritura de la persona sorda. Dado que relacionan la imagen con la frase y esto les permite saber el cómo se escribe y a su vez como se lee.

Por último, se pudo comprobar que los niños sordos en algunas áreas se volverán menos dependientes de sus padres y docentes ya que podrán socializar y ser entendidos por las personas oyentes.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Zacatepec por darme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

A los profesores, Laura Villavicencio Gómez y Boris A. Aranda Benítez, por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, por su apoyo y por su tolerancia.

Al Centro de Atención No. 3 (CAM) por las facilidades otorgadas para realizar este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud- Sordera y pérdida de la audición.
- [2] Revista de Investigación y Desarrollo Marzo 2016- Artículo Herramienta para establecer comunicación entre un Sordo y un Normo -oyente y facilitar el aprendizaje de la gramática básica del español en la población Sorda.
- [3] Gil-Carcedo LM, Gil-Carcedo E. Acústica y audiología básicas. En: Gil- Carcedo LM. Otolología. Editado por laboratorios Menarini. 1995.
- [4] Arellano Rodríguez, B. Caracterización genética de sorderas neurosensoriales. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.2000.
- [5] Wilson J. Deafness in developing countries. Arch Otolaryngol. 11:2-9. 1985.
- [6] Northern JL, Downs MP. Medical aspects of hearing loss. En: Northern JL, Downs MP: Hearing in children. Lippincott Williams & Wilkins . 2002.
- [7] American Medical Association. Ear, Nose Throat and related structures. En: Guides to the Evaluation of Permanent Impairment. 223. 1993.
- [8] Diccionario de Lengua de Señas Mexicana- Manos con Voz. Apuntes del CAM No 3.
- [9] Revista Universitaria de Investigación, Año 5, No. 1, 2004.

# **CICOM 2018**

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

[10] PEI I.E. Francisco Luis henández Betancour 2007.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Sumas y restas proyección social para población con necesidades educativas especiales

Diego Fernando Pachón Maldonado

Ingeniero de Sistemas

(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca

Carrera 6 # 7-1

Cundinamarca - Colombia.

+573108043971

dieferpachonmaldonado995@gmail.com

Yohan Manuel Moreno Cerón

Ingeniero de Sistemas

(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca

Carrera 6 # 7-1

Cundinamarca - Colombia.

+573203734639

johanmoreno703@gmail.com

Juan Gabriel Forero Barreto

Ingeniero de Sistemas

(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca

Carrera 6 # 7-1

Cundinamarca - Colombia.

+573134619891

jgabrielforerob@gmail.com

Yeisson Fabian

Huertas Caldas

Ingeniero de Sistemas

(Estudiante V semestre)

Universidad de Cundinamarca

Carrera 6 # 7-1

Cundinamarca - Colombia.

+573228736020

fabian-h1@hotmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

La finalidad del siguiente proyecto es desarrollar una aplicación de tipo OVA, la cual está enfocada a una población de personas con limitaciones cognitivas, dicha OVA se enfocará en el aprendizaje de la aritmética buscando la creación de bases y cultura matemática, específicamente el aprendizaje de las operaciones básicas como la suma y la resta de un sólo dígito, la OVA está proyectada para tener varios niveles incrementando su

grado de dificultad; en este tipo de población se hace necesario que las herramientas implementadas sean realizadas de manera didáctica, para llamar al máximo su atención.

### ABSTRACT

The purpose of the following project is to develop an application of type OVA, which is focused on a population of children by cognitive limitations, happiness OVA it will focus in the learning of the arithmetic looking for the creation of bases and mathematical culture, specifically the learning of the basic operations as the sum and the subtraction of one only digit, the OVA is projected to have several levels increasing his degree of difficulty; in this type of population it becomes necessary that the implemented tools are realized in a didactic way, to call to the maximum his attention.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 **Software and its engineering**---Software notations and tools---General programming languages---Language features---Classes and objects.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Software de programación y herramientas---General lenguajes de programación---características del lenguaje---clases y objetos.

## Términos Generales

### Palabras clave

Programación en capas, herramientas educativas, proyección social

### Keywords

Layered programming, educational tools, social projection.

## INTRODUCCIÓN

La presente propuesta plantea la planeación del desarrollo de un software que apoye en la educación de los niños y personas con deficiencia de aprendizaje. El software contará con herramientas para apoyar a los niños en el avance de aprendizaje en las sumas y restas.

Se han realizado estudios que demuestran que la tecnología y los videojuegos utilizados en el ámbito educativo traen un mayor beneficio para los estudiantes y que favorecen al aprendizaje de cualquier conocimiento.

Por un lado, una dimensión socio afectiva, es decir, ayuda a dinamizar las relaciones de grupo entre los niños, y potencia el trabajo participativo y colaborativo tanto en el universo del aula como en todas las esferas activas de la vida. Los videojuegos permiten introducir en el niño la reflexión acerca de ciertos valores y conductas a través de su contenido y de las consecuencias de las acciones que efectúan virtualmente. (Sedeños, 2002, p. 1)

Debido a que uno de los mayores factores que limitan la capacidad de aprendizaje de los niños es el déficit de atención o concentración con mucha facilidad dichas herramientas se diseñarán con una interfaz llamativa equipada con herramientas lúdicas y/o didácticas para capturar la atención de ellos y superar en parte el déficit de atención.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Iniciar el desarrollo de una aplicación de escritorio que permita interactuar, desenvolverse y crecer intelectualmente a los beneficiados por la fundación Santo Cristo (que están en edades comprendidas entre 4 y 30 años o más), con deficiencia de aprendizaje a sumar y restar de una manera fácil, práctica y didáctica.

### Objetivos específicos

- Implementar actividades con un enfoque educativo que sean interesantes y atrayentes para captar la atención y la concentración de las personas con discapacidad cognitiva.

- Complementar con uso de gráficos, dibujos y colores que llamen la atención de los niños.

- Establecer actividades lúdicas mediante un aplicativo con actividades enfocadas a la resolución de problemas matemáticos básicos de una cifra.

- Desarrollar la comprensión, conocimiento, destrezas matemáticas, memoria, razonamiento lógico y resolución de problemas de la vida diaria.

## JUSTIFICACIÓN

El proyecto propuesto busca, mediante un software de educación para alumnos con discapacidad cognitiva de la fundación Santo Cristo, proporcionar una herramienta que pueda llamar su atención e interés por las matemáticas, enfocándonos en las operaciones aritméticas más básicas como lo son la suma y la resta con un dígito y a medida que avanza su complejidad sea mayor, todo esto claramente estará sujeto a el avance del alumno.

## INVESTIGACION PRELIMINAR

Recolectando la información sobre programas similares descubrimos algunas aplicaciones ya existentes en este campo, encontramos déficit en algunas app, por lo que son para determinados sistemas operativos y es necesario contar con dispositivos móviles especiales, además que poseen un valor comercial elevado, tomando en cuenta que su licencia es para un solo dispositivo, por esto optamos por desarrollar un software que pudiera ser instalado en los equipos disponibles en la fundación Santo Cristo. Lo cual reduciría los costos de implementación del software, estos recursos podrían utilizarse en otras áreas.

## METODOLOGIA

La metodología que se va a implementar para manejar las fases del proyecto se basa en la metodología Mobile-D, cuyas fases son exploración, iniciación, producción, estabilización y prueba del sistema; hasta el momento se tiene implementada la fase de exploración y la fase de iniciación; en la fase de exploración tenemos definido el plan de trabajo con las características de este, en el que se especifica el alcance del proyecto y la población objetivo (usuarios finales), en la fase de iniciación del proyecto ya se han identificado que programas son necesarios para la creación de este, estos son Unity y Visual Studio. Además se ha empezado a generar el cronograma para las actividades futuras enfocadas al desarrollo del software.[2]

## MARCO TEÓRICO

La fundación Santo Cristo es una fundación para niños, jóvenes y adultos con capacidades cognitivas limitadas ubicada en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, Cundinamarca, Colombia inicio labores el 3 de Agosto de 1986 y desde



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

entonces se ha encargado de guiar el aprendizaje de personas con limitaciones cognitivas.

Dado que la mira central de este proyecto estará puesta en representación de una comunidad con limitaciones de aprendizaje. El proyecto se aborda hacia garantizar adecuadas herramientas de enseñanza en donde la comunidad objeto de estudio puedan asimilar con facilidad los temas que se le den como objeto para su aprendizaje.

Dotando de capacidad intelectual para su formación académica, dando un cambio de atención en el estudiante en donde atraiga su atención cognitiva en la herramienta ofrecida para la adquisición de conocimiento.

El proyecto se desarrolla de acuerdo a parámetros acordados para la enseñanza de niños con déficit de aprendizaje, ya que es un tema que no se tiene mucho en cuenta, pero que es importante para garantizar el derecho de la educación sin cuestionamiento alguno.

En un principio del desarrollo decidimos que el software fuera con todas las temáticas y objetos pre-definidos, siendo así más fácil para los docentes solo ingresar y desplegar la actividad que se vaya a realizar

## MARCO DE REFERENCIA

Basados en gran parte de estudios con habilidades diferentes, es fácil notar que este tipo de población crece intelectualmente a través de la imitación de acciones, ya que la iniciativa es muy limitada, según los grandes investigadores al momento de dar a conocer una nueva actividad, el camino es ejecutar repetidamente esta tarea. En Colombia se tiene como base los estudios realizados por FIDES (fundación para la investigación de la educación especial) se debe implementar metodologías dinámicas que sean 100 % atrayentes para el usuario y monótonas para que en la interacción de estas tareas sea el apoyo para recordar funciones tales como las operaciones básicas aritméticas.

En nuestro territorio un porcentaje alto de las maneras de pedagogía orientada a la educación especial son basadas en las acciones deportivas ya que según estudios así se logra en el usuario direccionar su mete y captar atención en momento real y el espíritu de competencia fomenta los momentos de lucidez y alarga las capacidades psicomotrices de los miembros de este grupo de personas en nuestra sociedad

A nivel educativo en áreas básicas los avances son muy cortos pues, por las diferentes barreras que hagan parte del individuo forjan que la enseñanza no tome los rumbos que se darían con un sujeto normal, es por ello que nuestra meta en primera instancia es lograr que nuestro usuario se sienta atraído e incentivado seguir usando nuestro aplicativo, así lograremos dar nuevos rumbos a los distintas versiones de este software tomando los diferentes resultados y evaluando las necesidades del mismo.

## MARCO CONCEPTUAL

Después de realizar una exploración en el tema del aprendizaje de personas con déficit cognitivo encontramos que científicamente los resultados de varias investigaciones dentro del contexto de la educación especial, es notable que las implementaciones pedagógicas para con las personas con discapacidad cognitiva debe estar centrado en el trabajo mancomunado de todos aquellos sentidos que el usuario pueda enfocar según sea la circunstancia de aprendizaje, al que está sometido el mismo, el concepto en el cual nos basaremos es la dinámica de interfaz gráfica agradable y de fácil manejo para los usuarios finales del aplicativo, además de un tipo de guía dinámica y muy colorida la cual tendrá como fin crear un aprendizaje autónomo y argumentado en un área tan indispensable como la aritmética. es esencial que esta población aumente este tipo de habilidades ya que aunque un porcentaje alto de estas personas son acompañadas en todo momento el uso de esta aplicación brinda herramientas para enfrentar al usuario a situaciones cotidianas en las cuales podrán experimentar autonomía y decisión para con su diario vivir, así fomentando el interés de adquirir nuevos conocimientos.

### *Matemáticas básicas:*

Las matemáticas básicas, constituyen la base del aprendizaje de los temas matemáticos más avanzados, porque es con este tema que los niños y jóvenes inician en su vida escolar y es la puerta a un mundo de infinito conocimiento.

Es por esta razón que, personalmente, creo que la orientación de este tema en las instituciones educativas debe ser especial, orientado de una manera muy lúdica, que sea ameno y que se enfoque en la vivencia diaria y como las matemáticas influyen en ella.

### *Discapacidad cognitiva:*

Se considera un trastorno intelectual que inicia durante el período de desarrollo, que se manifiesta en déficits en el funcionamiento intelectual, como razonamiento, solución de problemas, planificación, pensamiento abstracto, toma de decisiones, aprendizaje académico y a través de la propia experiencia; Esto, resulta en dificultades del funcionamiento adaptativo, como la no consecución de estándares sociales y culturales para la independencia personal y la responsabilidad social. Sin el consiguiente apoyo, las dificultades adaptativas limitan el funcionamiento en una o más actividades de la vida diaria como comunicación, participación social y vida independiente, a través de entornos como la casa, escuela, el trabajo y la comunidad.

### *Suma o Adición:*

Suma (del latín summa) es el agregado de cosas. El término hace referencia a la acción y efecto de sumar o añadir. Aunque el concepto no siempre se encuentra relacionado con las matemáticas, a través de ellas puede comprenderse directa y claramente; en esta ciencia se entiende la suma como una operación que permite añadir una cantidad a otra u otras

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

homogéneas, como operación matemática, la suma o adhesión consiste en añadir dos números o más para obtener una cantidad total. El proceso también permite reunir dos grupos de cosas para obtener un único conjunto.

## *Aprendizaje:*

Se denomina aprendizaje al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia. Dicho proceso puede ser entendido a partir de diversas posturas, lo que implica que existen diferentes teorías vinculadas al hecho de aprender. La psicología conductista, por ejemplo, describe el aprendizaje de acuerdo a los cambios que pueden observarse en la conducta de un sujeto.

## *Dificultad:*

La palabra dificultad proviene del término latino *difficultas*. El concepto hace referencia al problema, brete o aprieto que surge cuando una persona intenta lograr algo. Las dificultades, por lo tanto, son inconvenientes o barreras que hay que superar para conseguir un determinado objetivo.

## *Fundación:*

Del latín *fundatio*, el término *fundación* permite nombrar a la acción y efecto de fundar (establecer, crear o edificar algo). El concepto está vinculado, por lo tanto, a la arquitectura y la ingeniería la noción de fundación trasciende la edificación material. La fundación de una ciudad, por ejemplo, refiere a una voluntad política o social, más allá de la estructura física y material. Una ciudad puede ser fundada por unas pocas personas y algunas edificaciones menores, pese a que, con el correr del tiempo, la estructura alcance un desarrollo mucho mayor.

El software es una palabra que proviene del idioma inglés, pero que gracias a la masificación de uso, ha sido aceptada por la Real Academia Española. Según la RAE, el software es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora.

## *Software:*

Se considera que el software es el equipamiento lógico e intangible de un ordenador. En otras palabras, el concepto de software abarca a todas las aplicaciones informáticas, como los procesadores de textos, las planillas de cálculo y los editores de imágenes.

El software va a ser desarrollado en C# ya que este lenguaje va a ser utilizado como lenguaje de programación junto a Unity como motor gráfico.

## ESTUDIO TÉCNICO

En el municipio de Ubaté Cundinamarca, podemos ver que la educación en personas con discapacidad cognitiva es poco apoyada, la universidad de Cundinamarca desde su seccional Ubaté y desde la dirección del programa ingeniería de sistemas ha decidido incentivar proyectos que apoyen el desarrollo de aplicativos para fortalecer el aprendizaje de una manera amigable, atractiva y fácil de usar; Para esto se ha incentivado a los estudiantes de tercer semestre de la carrera ingeniería de sistemas para que apropien temas específicos, tales como las matemáticas en su nivel más básico y desarrollen aplicativos que cumplan objetivos específicos en el desarrollo cognitivo de los estudiantes de la fundación Santo Cristo de Ubaté.

## CONCLUSIONES

- mediante este aplicativo se verá beneficiada la población de la fundación Santo Cristo de Ubaté, ya que permitirá contar con otra herramienta metodológica para la apropiación en las personas con déficit cognitivo de las sumas y restas.
- Al realizar el estudio para este proyecto nos dimos cuenta que dichos aplicativos pueden ser usados también en jardines infantiles como apoyo a la formación de los niños del municipio de Ubaté.
- Este proyecto nos permitió ampliar nuestra visión hacia comunidades con necesidades educativas especiales, además nos motiva a realizar herramientas y aplicativos para apoyar las necesidades de este tipo de comunidades vulnerables.
- Esta herramienta ayudará en el aprendizaje de las operaciones aritméticas más básicas a las personas con déficit de aprendizaje de la fundación Santo Cristo de Ubaté, esto es importante para generar herramientas alternativas que sirvan para motivar y mantener garantizado el derecho a la educación, mediante una manera didáctica que mejore el déficit de atención que se genera en este tipo de limitaciones en cualquier personas. Además, la posibilidad de dar nuevas herramientas tecnológicas a los docentes que manejan la parte cognitiva de estas personas que son apoyadas por la fundación Santo Cristo de Ubaté en su proceso de aprendizaje.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Ingeniero Juan Carlos Herrera Estrada a quien agradecemos por la motivación generada al iniciar la investigación hacia la proyección social en el municipio de Ubaté, a los empleados y docentes de la fundación Santo Cristo quienes apoyaron nuestra labor.

# CICOM 2018

*8° Congreso Internacional de computación México - Colombia*

*Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México*

## REFERENCIAS

- [1] SEDEÑOS VALDELLÓS, ANA. La Componente Visual Del Videojuego Como Herramienta Educativa. P. 1
- [2] [http://m.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista\\_tecnologia/volumen12\\_numero2/12Articulo\\_Rev-Tec-Num-2.pdf](http://m.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen12_numero2/12Articulo_Rev-Tec-Num-2.pdf)
- [3] <https://www.fundacionandaconmigo.com/las-10-mejores-apps-para-ninos-con-discapacidad/>
- [4] <https://matematicasbasicas12.wordpress.com/2012/02/10/que-son-las-matematicas-basicas/>
- [5] <http://www.descubreme.cl/informacion/>
- [6] <https://definicion.de/suma/>
- [7] <https://definicion.de/aprendizaje/>
- [8] <https://definicion.de/dificultad/>
- [9] <https://definicion.de/fundacion/>
- [10] <https://definicion.de/software/>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Uso de juegos y macros de excel para la enseñanza de la programación

Jorge Jaime Juárez Lucero  
Universidad Politécnica  
Metropolitana de Puebla  
Calle Popocatepetl S/N Colonia 3  
cerritos, Puebla, Puebla, México  
(52)222-582-5222  
jjlucero.upmp@gmail.com

Marlib Flores Sosa  
Universidad Politécnica  
Metropolitana de Puebla  
Calle Popocatepetl S/N Colonia 3  
cerritos, Puebla, Puebla, México  
(52)222-582-5222  
fsm.95.mb@gmail.com

María del Rayo Graciela  
Guevara Villa  
Universidad Politécnica de Puebla  
Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n  
San Mateo Cuanalá. Juan C.  
Bonilla, Puebla, Pue.  
(52)222- 774-6640  
dra.rayo.guevara@gmail.com

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Se realizaron diferentes juegos empleando macros de Excel para poder explicar los conceptos más relevantes de las ciencias de la computación. Cada concepto importante fue convertido en un juego para que el estudiante que está iniciando su carrera en programación pueda comprender mejor los conceptos y al entender el desarrollo del juego entonces pueda comprender la lógica de la programación y pueda realizar a futuro sus propios algoritmos de programación.

### ABSTRACT

We design different games using macros of excel for to teach the most important concepts of computer science. Each concept was converted in a game for the student that begin its career into computer science, he can understand the logic game and later can understand the programming logic and the student can do its own programming algorithms

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Applied Computing:** Education, Collaborative learning

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

### Términos Generales

Cómputo aplicado, videojuegos, macros, excel, programación

### Palabras clave

Videojuegos, Excel, macros, enseñanza, programación.

### Keywords

Videogames, Excel, macros, teaching, programming.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, existen diversos juegos y aplicaciones que pretenden enseñar a programar a las personas, algunos de estos juegos son:

- SpaceChem: es un juego que a través de puzzles y problemas lógicos de todo tipo hacen uso de la programación
- Code Monkey: es un juego que cuenta con diversos niveles y para pasar al siguiente, es necesario crear pequeños programas con código
- Code Combat: es un juego que se basa en un personaje medieval, el cuál irá avanzando de nivel solucionando los problemas que se le plantean
- Lightbot: con este juego se pretende enseñar a programar mediante niveles, en los cuales se deben programar movimientos y órdenes específicas a un robot
- Colobot: el usuario tiene algunos robots, pero para poder manejarlos debe programar los controles que darán las ordenes al robot
- Daisy the Dinosaur: en este juego el protagonista es un dinosaurio que guía al usuario a través de juegos y

# CICOM 2018

## 8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

retos, los cuales le dan al jugador los fundamentos de programación (1).

En México existen 17.7 millones de jugadores de videojuegos y México representa el lugar número 13 a nivel mundial de los mercados más rentables en cuanto a videojuegos.

Se calcula que en México existe un promedio de 47 millones de jugadores, de los cuales aproximadamente el 62% gasta en promedio 41.33 dólares en videojuegos y consolas (2).

Contrario a lo que se cree, la edad promedio de un jugador es de 34 años. Las mujeres representan el 40% de los jugadores (3).

Con el uso de juegos y macros de Excel para la enseñanza de la programación se pretende que el usuario juegue para que posteriormente pueda aprender conceptos básicos de programación y como aplicarlos. Se eligió Visual Basic 6 como lenguaje de programación, ya que la mayoría de las computadoras cuentan con la paquetería de Office, por lo cual no es necesario instalar ningún programa y directamente en Excel se puede habilitar la opción de programador y comenzar a escribir código ahí; además no es necesario tener conocimientos sobre programación para utilizarlo y, una vez aprendidos los conceptos y cómo funciona la programación, Visual Basic 6 sirve como “puente” para aprender más lenguajes de programación.

### Objetivo general

Desarrollar una nueva forma de enseñanza de la programación a partir de videojuegos

### Objetivos específicos

- 1.Elaborar diferentes juegos en macros de Excel
- 2.Identificar el concepto de programación que puede enseñarse con el juego
- 3.Clasificar los juegos en base a su uso para la enseñanza de la programación

## PROCESOS DE DESARROLLO Y RESULTADOS

### Estructura de los conceptos básicos de programación

La programación de sistemas utiliza diferentes estructuras para lograr la realización de programas que puedan resolver diferentes tipos de problemas. Se agrupan principalmente en:

1.Asignación de variable. Una asignación es cuando un variable recibe una expresión, es decir, se le da un valor a una variable. La variable y la expresión que ésta recibe deben de ser del mismo tipo (4).

La sintaxis para asignar una variable es Visual Basic 6 es la siguiente:

```
Dim i As Integer
```

```
i=5
```

```
(5)
```

2.Condicionales si a entonces b; si no. Esta sentencia ejecuta una instrucción o un grupo de instrucciones específicas, dependiendo del cumplimiento de cierta condición. Si la condición no se cumple, se puede añadir la sentencia “si no”, la cual contiene otro bloque de instrucciones a ejecutar. Estas sentencias siempre dependerán del cumplimiento de condiciones. (6-9)

Las siguientes líneas de código muestran un ejemplo de la sintaxis para utilizar las sentencias if...then...else

```
If count = 0 Then
```

```
message = "No hay artículos."
```

```
Else
```

```
message = "Hay " & count & " artículos."
```

```
End If
```

```
(6-9)
```

3.Ciclos repetitivos de tipo “mientras” y de tipo “para”. El ciclo “mientras” repite un bloque de instrucciones dependiendo del cumplimiento de una condición, la cual generalmente es verdadera; cuando la condición llega a ser falsa, el ciclo termina y continúa con la ejecución del código (10). Por otro lado, el ciclo “para” permite repetir un bloque de instrucciones un cierto número de veces, ya que funciona a través de un contador, el cual incrementa o decrementa su valor y cuando éste alcanza cierto valor, finaliza el ciclo y continúa con la ejecución del código. (11)

Ejemplo del ciclo “mientras”

```
Dim counter As Integer = 0
```

```
While counter < 20
```

```
counter += 1
```

```
End While
```

```
(Microsoft, 2017)
```

Ejemplo del ciclo “para”

```
Dim i As Integer
```

```
For i = 1 To 10
```

```
Cells(i, 1).Value = i
```

```
Next i
```

```
(12)
```

4. Condicionales múltiples “por casos”. Esta es una sentencia que evalúa una misma expresión con valores diferentes y dependiendo del valor que ésta tome, se ejecutará el bloque de instrucciones correspondiente al resultado de la evaluación. (6-9)

Ejemplo del uso de la condicional por casos

```
Dim A As Integer
```

```
A = 12
```

```
Select Case A
```

```
Case 12
```

```
MsgBox ("A vale 12")
```

```
Case Is < 14
```

```
MsgBox ("A es menor que 14")
```

```
Case 160 To 200
```

```
MsgBox ("A está comprendida entre 160 y 200")
```



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Case Else

MsgBox ("No se ha verificado ninguna de las condiciones previstas")

End Select

(13)

## Clasificación de juegos según su estructura

1. Juegos diseñados para la enseñanza de asignación de variable

• Clasificación de basura en contenedores. El jugador podrá ver una ventana que muestra una imagen de algún tipo de basura y tres opciones distintas (figura 1), el objetivo es que el usuario seleccione a qué tipo de basura pertenece, si lo hace correctamente, podrá continuar al siguiente nivel, de lo contrario tendrá más oportunidades. Con este juego se pretende que el usuario entienda que, así como hay diferentes tipos de basura, existen diferentes tipos de variables que almacenan diferentes tipos de datos



Figura 1. Juego "Recicla la basura"

2. Juegos diseñados para la enseñanza de las sentencias if...then...else

• Adivina la imagen. Es un juego que consiste en presentar una parte de una imagen y diversas opciones (figura 2), el usuario debe elegir entre las opciones a qué imagen se hace referencia, en caso de que acierte, puede continuar al siguiente nivel

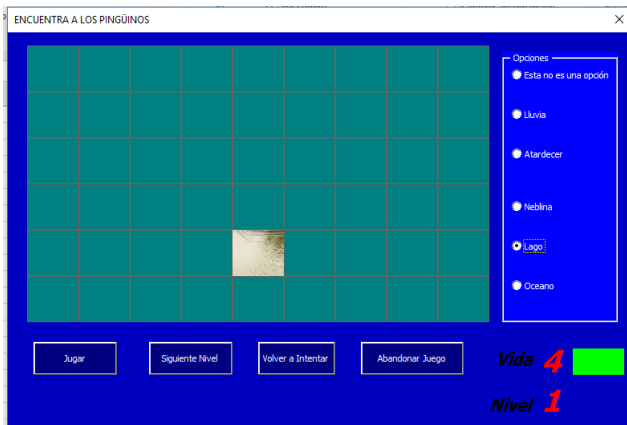


Figura 2. Adivina la imagen

• Adivina la palabra. Al inicio del juego, al usuario se le dice cuántas letras tiene la palabra a adivinar y este tiene que ir introduciendo las letras que se le ocurran (figura 3); si el usuario acierta en alguna letra, pequeñas partes de una imagen le serán mostradas para darle más pistas sobre la palabra a adivinar y poder ganar el juego (figura 4)

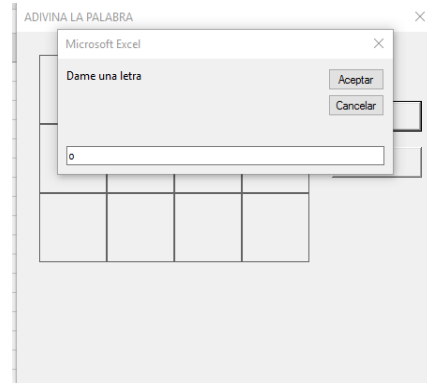


Figura 3. Adivina la palabra

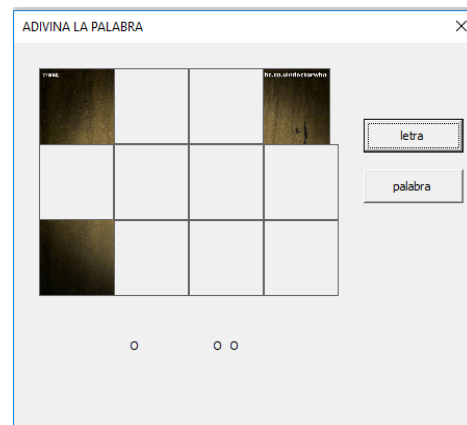


Figura 4. Progreso en el juego

• Ataque submarino. Consiste en presentarle al usuario una serie de imágenes, en las cuales deberá encontrar al submarino (figura 5). Si elige una carta equivocada, el juego le dirá si el submarino se encuentra cerca o lejos de dicha carta (figura 6); el juego termina cuando el usuario encuentre al submarino o cuando sus oportunidades terminen y reciba un ataque

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

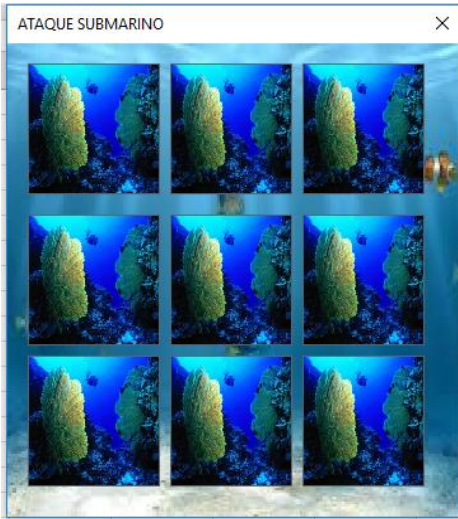


Figura 5. Ataque submarino

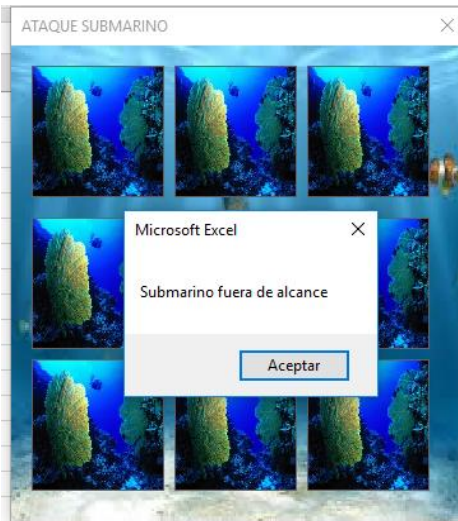


Figura 6. Progreso de "Ataque submarino"

•Busca caritas. El jugador podrá ver una serie de cartas y elegir la que desee (figura 7); el objetivo es que encuentre tres bombas, antes que las caritas, el juego termina



Figura 7. Busca caritas

• Construye tu computadora. El jugador verá dos opciones y tendrá que escoger el componente que pertenece a una computadora (figura 8)



Figura 8. Construye tu computadora

•Gato. Dos jugadores se enfrentan, uno representa a la x y otro a la o; los turnos se toman uno-uno para que cada uno ponga su ficha en la posición que desee de una caja con una división de 3x3 (figura 9). Gana quién tenga tres de sus fichas alineadas de manera horizontal, vertical o cruzada

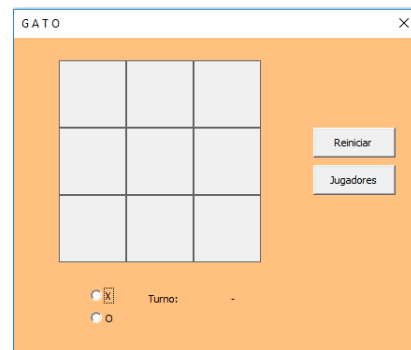


Figura 9. Juego del gato

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

•Memorama. En una ventana se podrán visualizar diferentes cartas (figura 10), el usuario debe seleccionar dos, si las dos cartas son iguales, éstas quedarán visibles y el usuario deberá seleccionar otro par, de lo contrario las cartas volverán a ser invisibles y deberá seguir seleccionando cartas hasta encontrar todos los pares (figura 11)



Figura 10. Juego de memoria

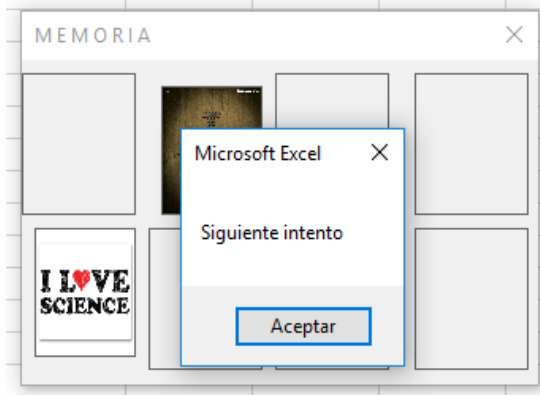


Figura 11. Progreso del juego de memoria

•Test del Titanic. Trata sobre una serie de preguntas referentes al Titanic, las cuales deberán ser respondidas por el usuario (figura 12), al final se muestra el puntaje total obtenido, dependiendo de cuantas preguntas fueron respondidas correctamente



Figura 12. Test del Titanic

### 3. Juegos diseñados para la enseñanza del ciclo for

•Atrapa al ratón. El jugador verá una ventana con un ratón al que deberá atrapar tres veces para ganar (figura 13), tiene algunos segundos y si no lo logra, aparecerán más ratones, gana cuando se atrapa a un mismo ratón tres veces

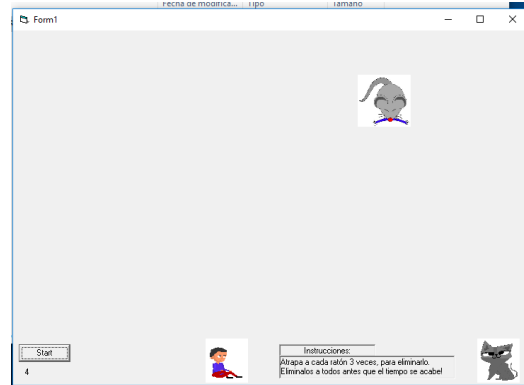


Figura 13. Atrapa al ratón

•Busca al Bullying Boy. El usuario podrá ver cuatro cartas y podrá elegir entre una lupa, una llave o una bomba (figura 14); si elige una lupa se puede tener una pista sobre lo que hay en alguna carta; si se elige una llave, el usuario tiene la oportunidad de escapar, pero solo si elige la carta en la que se encuentra la puerta; si el usuario elige una bomba y encuentra la carta en la cual se encuentra el Bullying Boy, podrá escapar de él. El objetivo del juego es evitar al Bullying Boy y encontrar la llave para escapar

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

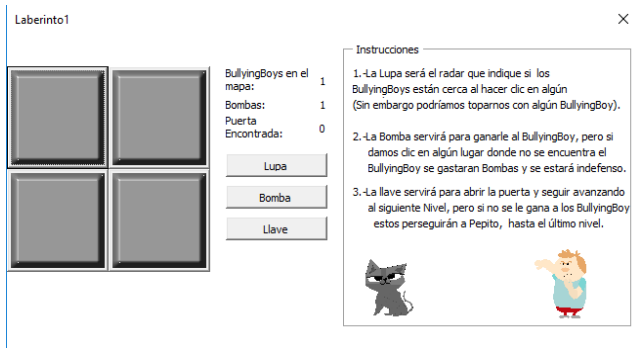


Figura 14. Busca al Bullying Boy

4. Juegos diseñados para la enseñanza del ciclo while

- Busca al Bullying Boy

- Busca caritas

5. Juegos diseñados para la enseñanza de condiciones múltiples

- Ataque submarino

## Desarrollo de macros

Para poder desarrollar juegos en Visual Basic 6, es necesario habilitar la herramienta de programador o, en su defecto, desarrollador, en Excel. Para hacer esto posible es necesario seguir los siguientes pasos: una vez dentro de Excel, se accede a la pestaña de archivo y se seleccionan las opciones; aparecerá una ventana con diferentes pestañas del lado izquierdo, se elige la opción con el nombre "Personalizar cinta de opciones", en ese momento aparecerán nuevas opciones del lado derecho, se busca la que diga "Programador" o "Desarrollador" y se habilita. Una vez terminada esta configuración, es posible trabajar con macros.

## CONCLUSIONES

La técnica de enseñanza empleando videojuegos ha sido satisfactorio para los estudiantes, les ha permitido comprender los conceptos de programación cuando en primera instancia tienen que plantear las soluciones a los problemas propuestos en los juegos y después al programarlos comprenden los conceptos. Además muchos de los juegos pueden utilizarse para comprender totalmente las ideas involucradas en la lógica de programación.

## AGRADECIMIENTOS

A la ingeniería en sistemas computacionales y la ingeniería en biotecnología de la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla

## REFERENCIAS

- [1] Espeso, P. (18 de Septiembre de 2017). Apps y juegos para aprender a programar. Obtenido de Educaciontrespuntocero.com: <http://www.educaciontrespuntocero.com/>
- [2] Vázquez, R. (14 de Septiembre de 2017). El perfil de los videojugadores en México. Obtenido de

Forbes.com.mx: <https://www.forbes.com.mx/perfil-los-videojugadores-mexico/>

- [3] González, C. (14 de Septiembre de 2017). El negocio de ser "Gamer". Obtenido de Reporteindigo.com: <http://www.reporteindigo.com/indigonomics/el-negocio-de-ser-gamer>
- [4] Zurita, M. Á. (21 de Septiembre de 2017). Manual de programación. Obtenido de Mailxmail.com: <http://www.mailxmail.com/curso-manual-programacion/asignacion>
- [5] Rancel, M. R. (21 de Septiembre de 2017). Declaración de variables en Visual Basic. Obtenido de Aprendeaprogramar.com: [https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145:declaracion-de-variables-integer-single-boolean-visual-basic-dim-ejemplos-ejercicio-resuelto-cu00309a&catid=37&Itemid=61](https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=145:declaracion-de-variables-integer-single-boolean-visual-basic-dim-ejemplos-ejercicio-resuelto-cu00309a&catid=37&Itemid=61)
- [6] Microsoft. (21 de Septiembre de 2017). If...Then...Else Statement (Visual Basic). Obtenido de Microsoft.com: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/visual-basic/language-reference/statements/if-then-else-statement>
- [7] Microsoft. (18 de Septiembre de 2017). Estructuras de decisión. Obtenido de Msdn.microsoft.com: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc437078\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc437078(v=vs.71).aspx)
- [8] Microsoft. (21 de Septiembre de 2017). Instrucción While...End While (Visual Basic). Obtenido de Msdn.microsoft.com: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/zh1f56zs%28v=vs.90%29.aspx>
- [9] Microsoft. (18 de Septiembre de 2017). Select...Case (Instrucciones). Obtenido de msdn.microsoft.com: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc437081\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc437081(v=vs.71).aspx)
- [10] Alegsa, L. (18 de Septiembre de 2017). Definición de While. Obtenido de Alegsa.com.ar: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/while.phpprecursos/apps-de-juegos-para-aprender-a-programar/30909.html>
- [11] Uned. (18 de Septiembre de 2017). Características del ciclo for. Obtenido de Repositorio.uned.ac.cr: [http://repositorio.uned.ac.cr/multimedias/ciclo\\_for\\_pal/HTML/3-Caracteristicas.html](http://repositorio.uned.ac.cr/multimedias/ciclo_for_pal/HTML/3-Caracteristicas.html)
- [12] Figueroa, R. V. (21 de Septiembre de 2017). Ciclo For...Next. Obtenido de Sites.google.com: <https://sites.google.com/site/automatizacionexcel/uso-de-ciclos-en-las-macos>
- [13] Rancel, M. R. (Septiembre de 21 de 2017). Instrucción según (caso) hacer (select case). Obtenido de Aprendeaprogramar.com: [https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=257:select-case-visual-basic-switch-segun-caso-hacer-ejemplos-y-ejercicios-resueltos-con-to-is-cu00325a&catid=37&Itemid=6](https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=257:select-case-visual-basic-switch-segun-caso-hacer-ejemplos-y-ejercicios-resueltos-con-to-is-cu00325a&catid=37&Itemid=6)

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Uso de Ondas Sonoras en Dispositivo Electrónico Adaptable a Bastones Para Personas Con Discapacidad Visual.

Lic. Gerardo Espinoza  
Ramírez

Instituto Tecnológico Superior de  
Ciudad Serdán

Av. Instituto Tecnológico S/N  
Col. La Gloria Ciudad Serdán,  
Puebla México.

+52 245 452 1834 Ext 124

gespinoza@tecserdan.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este documento se presentan los resultados del uso de las ondas sonoras en un dispositivo configurado para proporcionar asistencia o funcionar a manera de accesorio en un bastón para personas con discapacidad visual, el procedimiento requerido para la detección de objetos se realiza por medio de sensores sonares, identificando la posición de los objetos, frente, izquierda, derecha, los desniveles del suelo. Indicando al usuario por medio de diferentes vibraciones la ubicación de los objetos, dichas vibraciones son emitidas por unos pequeños actuadores, con una intensidad no mayor a los 20 MHz para no generar daños secundarios a los usuarios.

### ABSTRACT

This document presents the results of a device configured to provide assistance or function as an accessory in a cane for people with visual impairment, the procedure required for the detection of objects is carried out by means of sonar sensors,

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

identifying the position of the objects, front, left, right, the unevenness of the floor. Indicating to the user by means of different vibrations the location of the objects, said vibrations are emitted by small actuators, with an intensity no greater than 20 MHz to avoid generating secondary damage to the users.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 **Human-centered computing:** Human computer interaction (HCI), Accessibility design and evaluation methods. Computación centrada en el Humano: Interacción humano-Computadora (HCI), accesabilidad, Diseño y métodos de evaluación

### Términos Generales

Discapacidad visual, Tipos de discapacidad visual, Bastones Inteligentes.

### Palabras clave

“Ondas Sonoras”, “Bastones Inteligentes”, “Dispositivos”, “Adaptabilidad”, “Personas”, “Discapacidad Visual”.

### Keywords

"Smart Canes", "Devices", "Adaptability", "People", "Visual Disability".

### INTRODUCCIÓN

Los prominentes avances acerca de las formas de traslado de manera independiente de las personas con discapacidad visual, han aportado mejoras en la calidad de vida de estas personas, De acuerdo con el INEGI en México hay una población de 48, 575, 560 personas con problemas visuales, La discapacidad visual



tiene distintos grados, tales como ceguera y baja visión, la cual puede ser severa, moderada y profunda.

Este trabajo presenta un método de análisis de la posición de los objetos que se encuentran frente al usuario, teniendo una cobertura de 180°, basado en un algoritmo, sensores y actuadores, formando un dispositivo auxiliar y adaptable, a utensilios del área ortopédica o médica, para la asistencia a personas con discapacidad visual. Permitiendo a los usuarios tener un seguro desplazamiento durante el recorrido de sus trayectorias, con este método se evitaría ir golpeando los obstáculos que se encuentra a su paso, como lo hacen actualmente las personas con discapacidad visual.

Este Artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 describe la información de las señales que emiten los sensores las distancias de identificación de los obstáculos, generando una serie de combinaciones posibles de identificación de objetos. La sección 3 describe brevemente los algoritmos utilizados para el análisis de las señales emitidas por los diferentes sensores, La sección 4 El proceso de experimentación y pruebas que se han realizado con el prototipo, así como los resultados obtenidos con el método propuesto. La sección 5 presenta las conclusiones de los resultados analizados y se presentan las posibles mejoras sobre estas líneas de investigación para la continuidad sobre los resultados obtenidos.

## SEÑALES SONARES Y SU OBTENCIÓN.

La velocidad de las ondas sonoras es independiente de la fuente de emisión de las ondas, pero depende de la naturaleza del medio de propagación, la mayor velocidad de ondas sonoras, se da en sólidos, ya que el módulo de compresibilidad de los sólidos es mayor, que en los líquidos y gases. Mientras que la menor velocidad se da en los gases, debido a que su módulo de compresibilidad.

Lo comentado anteriormente podemos determinar que a mayor densidad de la materia por donde se propague el sonido, mayor será la velocidad, pero, también, consideramos que la velocidad del sonido en el aire tienen una variación en función de la temperatura, esto lo solucionamos con la ley de los gases ideales

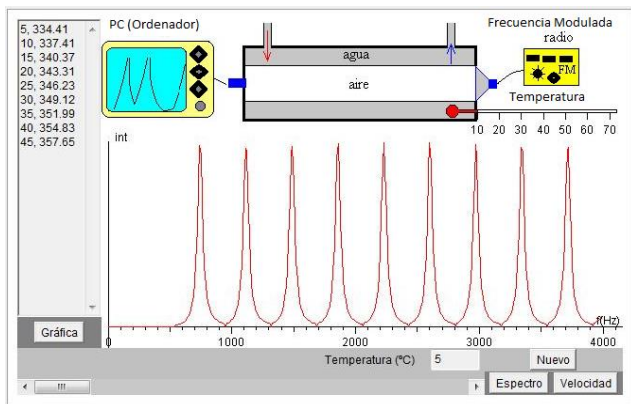


Figura 1. Proceso de captura de una señal sonora en aire.

A la información transmitida por un nervio se le llama potenciales de acción (AP). Los AP son causados por el intercambio de iones a través de la membrana neuronal el cual es un intercambio temporal en el potencial de la membrana neuronal el cual es un cambio temporal en el potencial de la membrana que se transmite a lo largo del axón.

Una señal EEG es una medición de las corrientes que fluyen durante excitaciones sinápticas de las dendritas de muchas neuronas piramidales de la corteza cerebral, cuando las neuronas se activan las corrientes sinápticas se producen dentro de las dendritas. Esta corriente genera un campo magnético medible por máquinas de electromiograma (EMG) y un campo eléctrico secundario sobre el cuero cabelludo que es medible por los sistemas EEG.

Las señales adquiridas del EEG de un ser humano pueden ser utilizadas para la investigación de los siguientes problemas clínicos (Teplan, 2002), (Bickford, 1987):

- El Estado de Alerta, de seguimiento, coma y muerte cerebral.
- La localización de las áreas de daño después de lesión de la cabeza, apoplejía y tumores.
- Probar las vías aferentes
- El compromiso en el seguimiento cognitivo
- El control de la profundidad de anestesi
- La investigación de la epilepsia y la localización de origen de incautación

El electroencefalograma es una técnica funcional descubierta por Berger's en 1929 que registra la actividad eléctrica del cerebro a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo. Es una técnica que se sigue utilizando hasta nuestros días por su potencial para medir la actividad cerebral en tiempo real. La mayor parte de las investigaciones en esta área se han realizado en lo que se denomina el "problema in-verso" que trata de identificar el foco de origen de la señal capturada, y a dando lugar al nacimiento de múltiples algoritmos para intentar resolverlo. (Bärbel Hüsing, 2006)

Los registros eléctricos tomados del cuero cabelludo no solo contienen actividad cerebral EEG sino que también contiene actividades eléctricas de origen no-cortical, siendo el movimiento de los ojos y el parpadeo la mayor fuente de contaminación (Artefactos) en EEG a causa de que ocurren muy frecuentemente en los potenciales capturados del cerebro sobre el cuero cabelludo.

El punto crítico en el procesamiento de señales EEG es la necesidad de un tratamiento cauteloso y la reducción de los artefactos que contaminan las señales EEG que pueden llevar a resultados y conclusiones erróneas.

Una interfaz cerebro computadora (BCI) es un sistema de comunicación que permite a los usuarios controlar dispositivos externos con la actividad cerebral, que no depende de las vías de salida normales del cerebro, como son los nervios periféricos y los músculos (Wolpaw, 2002), (Blankertz, 2006).

En el diseño de sistemas BCI, un enfoque común es pedirle al usuario lleve a cabo tareas que se sabe produce en actividad cerebral distinguible en la mayoría de las personas (Lehtonen,

2008), y la tarea que implica la clasificación del movimiento de los dedos, debido a su simplicidad ha sido estudiado por múltiples investigadores (Lehtonen, 2008) (Blankertz, 2003). Para la tarea de clasificación del movimiento del dedo, la mayoría de los trabajos extraen las características de los potenciales relacionados con el movimiento (PLM).

El análisis convencional relacionado con tareas de movimiento requiere del entrenamiento del sujeto para controlar sus ritmos cerebrales durante un periodo largo del tiempo o un promedio de múltiples ensayos para mejorar la señal del EEG. Otro enfoque consiste en detectar los patrones relacionados al movimiento en un único ensayo, el cual ha atraído la atención cada vez más debido a su simplicidad y corto tiempo de respuesta. La relación de señal/ruido (SNR) del único ensayo EEG es bastante baja, y por lo tanto gran cantidad de algoritmos basados en este procedimiento se están investigando.

La capacidad de identificar ciertos movimientos para que sean detonantes para otros eventos es un problema de gran importancia en el área de creación de interfaces cerebro computadora (BCI) así también el realizar con esta identificación una serie de tareas para las cuáles el usuario podría no estar apto para ejecutarlas de forma presencial o natural, ya sea por el riesgo de la tarea o por tener alguna discapacidad motora.

La correspondencia entre los patrones EEG y las acciones computarizadas constituye un problema de aprendizaje artificial en la forma en que la computadora pueda aprender como reconocer los patrones EEG a partir de una fase de entrenamiento, donde el sujeto es conminado a realizar determinadas actividades capturando su registro mental y con estos por medio de algoritmos computacionales se extraen los patrones EEG asociados.

La detección y separación de las señales de control desde las un EEG sin pre procesar es el objetivo principal. Los eventos relacionados a las señales fuente pue-den ser caracterizadas a partir de una señal independiente o grupos de ellas.

Las áreas descritas en el cerebro normalmente se conocen como áreas de Brodmann. En sus estudios Brodmann consideró cuatro tipos de funciones específicas:

Funciones sensitivas, funciones motoras, áreas supresoras y áreas de asociación.

## ALGORITMOS PARA EL ANÁLISIS DE SEÑALES

El análisis de componentes independientes (PCI) es una extensión útil del análisis de componentes principales (PCA) que fue desarrollado en el contexto de la separación de fuentes ciegas (Jutten y Herault, 1991), (Comon, 1994). En PCA, los vectores propios de la matriz de covarianza de la señal  $C=\{xx^T\}$  representan la dirección de la mayor varianza en los datos de entrada  $x$  (todos los vectores son vectores columna).  $T$  denota la operación transpuesta. Los componentes principales encontrados mediante la proyección de  $x$  sobre los vectores perpendiculares de la base no están correlacionados, y sus direcciones son ortogonales.

Sin embargo, el PCA estándar no es adecuado para tratar con datos no Gaussianos. La decorrelación entre un conjunto de vectores, es un requisito previo necesario para la independencia estadística, no siempre es un sinónimo para ello. Varios autores han demostrado que la información obtenida a partir de un método de segundo orden como el PCA no es suficiente y las estadísticas de orden superior son necesarias cuando se trata de la restricción más exigente de la independencia (Karhunen y Joutsensalo, 1997), (Jutten y Herault, 1991), (Comon, 1994), (Bell y Sejnowski, 1995), (Delfosse y Loubaton, 1995).

En la separación de fuentes ciegas, las fuentes independientes originales se suponen desconocidas, y sólo se tiene acceso a la suma ponderada. La figura 1 representa un diagrama de bloques del procedimiento para la identificación (y posible eliminación) de los artefactos del EEG, utilizando un modelo de componente independiente. En este modelo, las señales grabadas en un estudio del EEG (EOG incluidos), se denota como  $x_k(i)$  ( $i$  varía de 1 a  $L$ , el número de electrodos utilizados, y  $k$  denota tiempo discreto). Cada  $x_k(i)$  expresa la suma ponderada de  $M$  señales independientes  $s_k(j)$ , mediante la siguiente expresión mostrada en la ecuación:

$$x_k(i) = \alpha_{i1}s_k(1) + \alpha_{i2}s_k(2) + \dots + \alpha_{iM}s_k(M)$$

o en forma más compacta

$$x_k = \sum_{i=1}^M \alpha(i)s_k(i) = As_k$$

Donde  $x_k = [x_k(1), \dots, x_k(L)]^T$  es un vector de longitud  $L$ , formado por la mezcla de  $L$  en el instante de tiempo  $K$ . En la ecuación anterior  $s_k(1); \dots; s_k(M)$  con  $M$  ceros con señales de fuentes independientes y  $A = [\alpha(1), \dots, \alpha(M)]$  es una matriz de mezcla constante cuyos elementos  $a_{ij}$  son los coeficientes desconocidos de las mezclas. El procedimiento de captura y análisis se muestra en la figura 1.

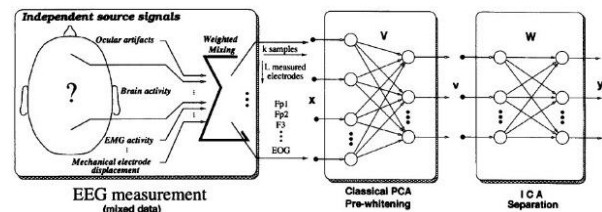


Figura 1. Proceso de captura de un EEG y análisis por medio de ICA (Vigário, 1997).

## Descomposición de paquetes Wavelet

La descomposición de paquete wavelet (WPD) se extiende a partir de la descomposición wavelet (WD). Esta incluye múltiples y diferentes bases que muestran el desempeño de la clasificación de diferentes frecuencias (cubre desde las cortas hasta las altas) de la descomposición con respecto al tiempo/frecuencia (J.Z. Xue, 2003a). La descomposición wavelet divide la señal original en dos subespacios,  $V$  y  $W$ , que son ortonormales, complementarios entre sí, donde  $V$  es el espacio que incluye la información de baja frecuencia de la señal original y  $W$  incluye la información de alta frecuencia. WPD

conduce a un árbol wavelet completo de paquetes, donde  $U_n^j$  es el n-ésimo (n es el factor de frecuencia,  $n = 0; 1; 2, \dots, 2_{j-1}$ ) subespacio de paquetes wavelet en la escala j-ésimo, y  $U_{j,k}^n(t)$  es su base ortonormal correspondiente, donde  $U_{j,k}^n(t) = 2^{-j/2} w^n(2^{-j}t - k)$  (k es el factor de desplazamiento).

Hay cuatro tipos de representaciones de entidades de WPD.(M. Fatourehchi, 2004), (A. Kübler, 2000), (J.Z. Xue, 2003b).

1. Descomposición de coeficientes parciales: no tienen un sentido teórico claro y describe claramente el carácter de la señal EEG, es lo fundamental de la representación de características.
2. La información estadística de los coeficientes wavelet: como sub-banda promedio, el número de puntos de cruce con cero, el cálculo es simple y la dimensión del espacio de características es baja.
3. Sub-bandas de energías: puede reducir la dimensión del espacio de características, pero no proporciona la información en el dominio del tiempo.
4. Modos de transformación de los coeficientes: por ejemplo, la matriz de coeficientes puede ser procesada por la transformación lineal o no lineal, tal como PCA, SVD (descomposición de valor singular), ICA, y otras técnicas de proyección.

En la actualidad, la extracción de características basada en la transformada wavelet para EEG espontáneo retira directamente los coeficientes en las bandas de frecuencia deseadas de acuerdo al conocimiento previo. Sin embargo, el mecanismo de producción de EEG es muy complicado y la exactitud de los conocimientos previos no se pueden adquirir fácilmente. Como la información combinada en el dominio de tiempo y frecuencia puede proporcionar características más completas, y estas características deben ser lo más simple y clara posibles, entonces combinan el promedio de los coeficientes parciales con las energías de sub-bandas para obtener el vector de características óptimo, y la regla de selección se basa en el criterio de la distancia de Fisher.

### Patrones espaciales comunes (CSP)

Los patrones espaciales comunes (CSP) es el método sugerido en primer lugar para la clasificación de EEG multicanal durante los movimientos imaginarios de la mano por Ramoser et al. (Ramoser y Pfurtscheller, 2004).

La idea principal es utilizar una transformación lineal para proyectar los datos multicanal del EEG en un subespacio de baja dimensión espacial con una matriz de proyección, de la que cada fila consiste de los pesos para los diferentes canales. Esta transformación puede maximizar la varianza de matrices de señales de dos clases. El método CSP se basa en la diagonalización simultánea de las matrices de covarianza de ambas clases.

Esta herramienta se ha utilizado con éxito en la estimación de la función de interfaces cerebro-computadora (BCI). Sin embargo, CSP es sensible a los valores atípicos y puede dar lugar a resultados pobres ya que se basa en la combinación de las matrices de covarianza de los ensayos.

Para una estimación adecuada de la precisión de la clasificación promedio, el conjunto de datos de cada sujeto es dividido en conjuntos de datos de entrenamiento y de prueba. El conjunto de entrenamiento es utilizado para calcular el clasificador que será utilizado para clasificar el conjunto de prueba.

## DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO Y OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Los datos analizados en este trabajo vienen de dos fuentes, un dataset descargado de internet el cuál se describe más adelante y datos propios capturados con equipo de especificación médica utilizando la configuración 10-20 estándar en la colocación de los electrodos.

La captura de los datos propios para los experimentos se realizó en dos sesiones tomando 3 muestras en total, en el siguiente ambiente para garantizar las mejores condiciones posibles en el proceso de captura. Dentro un cuarto oscuro libre de ruidos externos, se toma una muestra con duración de un minuto en estado de reposo y con los ojos cerrados la cual sirve como referencia, seguida de series de repeticiones para la primera muestra con 10 segundos de presión opositora de los dedos índice y pulgar de cada mano sin intercalado, con 5 segundos de descanso entre presiones como se muestra en la figura 2. Mientras que para la segunda y tercera muestra 20 repeticiones de presión con descansos en un rango entre 2 y 5 segundos.

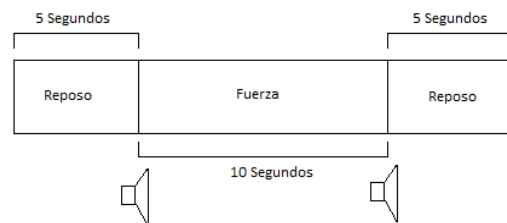


Figura 2 Descripción del experimento

Las capturas se realizaron con un equipo de especificación médica con electrodos de níquel fijados con pasta conductora previa medición craneal, limpieza con alcohol y exfoliación del punto de contacto el montaje utilizado en todas las capturas fue monopolar referenciado siguiendo el estándar 10-20 en los puntos FP1, FP2, F7, F3, FZ, F4, F8, T7, C3, CZ, C4, T8, P7, P3, PZ, P4, P8, O1 y O2, más dos electrodos colocados en los lóbulos de las orejas que tienen la función de tierra referencial en el proceso de captura. Además, se realizó un electromiograma de forma paralela utilizando los electrodos 26, 27, 28 y 29 los electrodos 26, y 28 se colocaron en el primer músculo interóseo dorsal (first dorsal interosseous muscle FDI) derecho e izquierdo, mientras que los electrodos 27 y 29 en los músculos flexor derecho e izquierdo respectivamente, como se observa en la figura 3 las señales procesadas fueron pre filtradas por un filtro pasabanda entre 0.3 y 50 Hz.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

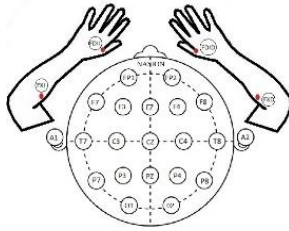


Figura 3. Montaje monopolar referenciado 10-20 con músculos interóseo dorsal y flexor para la captura de datos propios.

El individuo se sienta cómodamente en el cuarto oscuro con los ojos cerrados en forma relajada, antes del inicio de la captura de los datos se le informa que el experimento consiste de 5 segundos en posición relajada y al término de ellos escuchará una señal auditiva para que realice el movimiento de oposición de los dedos pulgar e índice, primero de la mano izquierda por nueve repeticiones durante 10 segundos, al término de los cuales recibirá la misma señal auditiva, para indicar el cambio de mano después de la última captura recibirá una señal auditiva diferente que señala el relajamiento. Podemos observar una muestra de las señales obtenidas del EEG en la figura 4 mientras que en la figura 5 presentamos el electromiograma.

Con el fin de probar los diferentes algoritmos y tener una mayor cantidad de datos (debido a limitaciones en el uso del electroencefalógrafo) se buscó un dataset que estuviese avalado tanto en el proceso de captura, en el tipo de experimento que se está realizando y que se describiera el proceso de captura de la información; este es el dataset\_IV b de la BCI Competition III el cual fue proporcionado por “Fraunhofer FIRST, Intelligent Data Analysis Group (Klaus-Robert Müller, Benjamin Blankertz), and Campus Benjamin Franklin of the Charité - University Medicine Berlin, Department of Neurology, Neurophysics Group (Gabriel Curio)”. Los datos de entrenamiento contienen 2 clases de movimientos imaginarios de un sujeto, mientras que los datos de test son un EEG continuo. El reto del concurso era proporcionar las salidas clasificadas para cada punto de tiempo aunque los competidores desconocen los momentos en que la señal cambia, los datos contienen 2 clases con captura de 118 canales EEG con una tasa de muestreo de 1000 Hz. con 210 ensayos de entrenamiento y 12 minutos de EEG para la prueba.

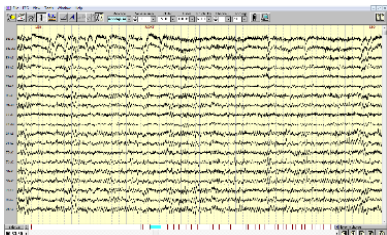


Figura 4. Sección del electroencefalograma capturado

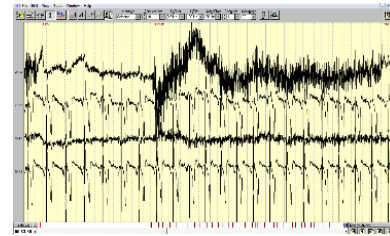


Figura 5. Sección del electromiograma

Este conjunto de datos se registró a partir de un sujeto sano sentado cómodamente en un sillón con los brazos apoyados sobre los reposabrazos. Este conjunto de datos contiene sólo los datos de las 7 sesiones iniciales sin retroalimentación. Las 3 primeras sesiones se dan con etiquetas como conjunto de entrenamiento. Las indicaciones visuales revelan durante 3.5 segundos los movimientos imaginarios los siguientes 3 segundos el sujeto debe realizar el movimiento indicado: (L) la mano izquierda, (F) pie derecho, (Z) lengua (= Zunge en alemán). La presentación de las señales se interrumpe una vez por períodos de duración aleatoria, 1.75 a 2.25 segundos, en el que el sujeto podía relajarse. Las señales EEG continuas de las sesiones 4 a 7 se dan sin ninguna señal de información (sin la clase a la que pertenecen ni el tiempo en el que ocurren) como conjunto de prueba. En estas sesiones las clases de objetivos a la izquierda, los pies y relajarse fueron ordenados por estímulos acústicos durante períodos de duración variable entre 1.5 y 8 segundos.

Los datos obtenidos con el electroencefalógrafo se transforman al formato de Matlab (\*.mat) almacenándose en un arreglo denominado “Datos”, este arreglo se guarda dentro de los archivos: “DatosS0”, “DatosS1” y “DatosS2”.

De estos tres archivos se tomaron los canales correspondientes al electromiograma 26 al 29, de los cuales se realizó el análisis Wavelet tal y como se describe a continuación para identificar los episodios de actividad motora en cada uno de los experimentos.

Las señales completas capturadas del electromiograma del músculo primero interóseo dorsal tanto izquierdo como derecho se muestran en las figuras 6 y 7 y estas señales provienen del archivo “DatosS0” que se utilizará para ejemplificar el procedimiento realizado.

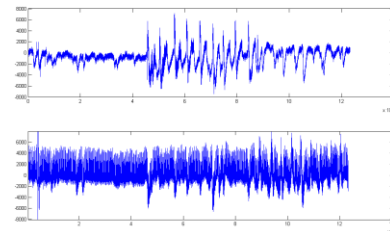


Figura 6. Electromiogramas de los músculos primero interóseo dorsal restada la señal del músculo flexor derecho e izquierdo respectivamente.

Para conocer el grado de certidumbre de la clasificación realizada se comparan éstos con una plantilla proporcionada por



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

el mismo laboratorio de los eventos existentes en la señal, obteniendo un valor de error en la clasificación cercano al 13%.

La primera prueba consiste en obtener el número de eigenvectores que permiten alcanzar el mejor rendimiento para esta colección de datos para comprobarlo se escribió un script de tal forma que se fueran variando el número de eigenvectores a devolver desde 2, que es el mínimo posible, hasta 118, máximo posible para este dataset, y mostrando sus valores correspondientes en una gráfica la cual se observa en la figura 7.

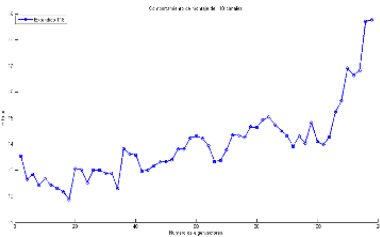


Figura 7 Variación en el porcentaje de error del EEG del data set variando el número de eigenvectores para la conformación del espacio de decisión.

Así encontramos que 18 eigenvectores es el número óptimo obteniendo un error de 11.87% es decir un 88.13% de precisión en el reconocimiento de las señales, el peor valor se obtiene cuando tomamos todos los eigenvectores generados por el entrenamiento con un error cercano al 18.63% es decir una precisión del 81.37 %.

Esto se logró escribiendo un scrip que comparara los valores de error con diferentes montajes cuando se varían los eigenvectores desde 2 hasta el máximo permitido por la configuración de los canales de captura, (el mayor número par del montaje estudiado). La selección de esta configuración se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios: Configuración motora.- se eligió con base en que al imaginar o realizar un movimiento ésta es el área del cerebro responsable de las acciones, se corresponde con los números 4 y 6 del mapa de Brodmann. Esta configuración se observa en la figura 8.

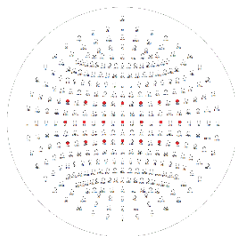


Figura 8 Localización de los electrodos del montaje del área motora.

Configuración Emotiv.- se eligió con base en que es un dispositivo utilizado recientemente para el desarrollo de aplicaciones BCI, con lo cual se quiso comprobar esta configuración para ver qué tanto nos ayudaría para el tipo de ejercicios que se proponen en los objetivos.

Configuración frontal.- se buscó una configuración que según la teoría no tuviera que ver con las funciones motoras, eligiendo

para ello el área frontal y con ello verificar la veracidad de dicha aseveración.

Configuración 10-20.- es la configuración estándar para la captura de electroencefalogramas por ello se eligió como base del estudio o señal control.

Configuración occipital.- al igual que la configuración frontal, esta configuración nos sirve para identificar la veracidad de las áreas cerebrales descritas por Brodmann en cuanto a la distribución de las funciones cerebrales.

Las gráficas resultantes para estas configuraciones variando el número de eigenvectores desde 2 hasta 14, número de canales de la configuración Emotiv, se muestra en la figura 9.

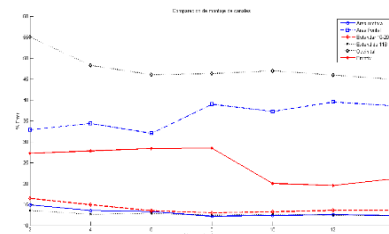


Figura 9. Análisis CSP de diferentes configuraciones de electrodos, variando el número de base de eigenvectores.

## CONCLUSIONES

El estudio de las señales provenientes del cerebro, pese a todos los avances realizados hasta el momento, es uno de los temas de investigación donde se requiere mayor desarrollo de los sistemas computacionales con el fin de lograr algoritmos que puedan ayudar a interpretar, desde distintas perspectivas, los deseos o necesidades de los humanos para lograr distintos grados de interacción con ambientes reales o virtuales considerando las distintas capacidades físicas o mentales de los individuos.

El algoritmo que se estudió en este trabajo es CSP que entrega resultados superiores al 70% de los casos en lo que se refiere a la identificación de eventos motores, lo cual permite obtener un amplio rango para su mejora. Este algoritmo sin embargo tiene la desventaja de sólo poder discernir entre dos estados, dejando de lado otros eventos realizados durante la captura y clasificándolos erróneamente como uno de los estados definidos.

El poder realizar una clasificación multieventos es una tarea sobre la cual apenas se empieza a realizar investigación con este algoritmo, lo cual deja un amplio margen para trabajos futuros.

En este trabajo se muestra que para la identificación de dos eventos contenidos en señales electroencefalográficas, el algoritmo CSP ofrece mejores resultados que los otros algoritmos tradicionales comúnmente utilizados. Esto se muestra por medio de una prueba de clasificación de los eventos del dataset, con 8 algoritmos clásicos con la ayuda de la herramienta Weka observando que los resultados no superaban el 55% de elementos correctamente identificados en los mejores casos.

Se desarrolló un proceso semiautomático que permite identificar los eventos motores existentes en una señal electroencefalográfica, tomando como referencia una captura paralela de un electromiograma, y el análisis Wavelet.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Con respecto a los datos propios se comprobaron varias aseveraciones descritas en la literatura, tales como:

Para que el entrenamiento de un dispositivo del tipo BCI sea válido, se deben verificar las acciones a clasificar de forma inmediata, ya que las ondas cerebrales son dependientes no sólo del individuo, sino del estado de ánimo y otros factores que cambian con respecto al tiempo, tal y como se observó con los resultados de la clasificación de las capturas del mismo sujeto con un periodo de aproximadamente 3 meses de diferencia.

Las señales provenientes del cerebro son diferentes entre individuos, esto se ve claramente al intentar clasificar los eventos entre individuos diferentes.

La transformada Wavelet es una buena herramienta para el reconocimiento de eventos motores diferenciándolos a partir de cambios en la amplitud y frecuencia de la señal.

## REFERENCIAS

- [1] Amfecco. (2010). Estadística de personas con discapacidad visual. Obtenido de [http://www.amfecco.org/article\\_estadisticas.php](http://www.amfecco.org/article_estadisticas.php)
- [2] Ayala, L.E. (2011). Diseño y construcción del prototipo de un sistema electrónico por ultrasonido para medir distancias aplicada a un bastón blanco. Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- [3] Benchimol, D. (2011). Microcontroladores. Buenos Aires: DALAGA. gineering, 2006.
- [4] Brown, C. (2012). Modelo del ciclo en V. Obtenido de <https://prezi.com/l-ldxurytljf/ciclos-de-vida-modelo-en-v/>
- [5] Buap. (2015). Bastón Buap. Obtenido de <http://puebla.ndmx.co/2015/11/03/estudiantes-de-la-buap-disenan-baston-inteligente-para-invidentes/>
- [6] Corona, G.L., Abarca, S.G, Mares, J. (2014). Sensores y Actuadores. México: Grupo Editorial Patria. Comon, P. Independent component analysis - a new concept? Signal Processing, 1994.
- [7] Dirección General de Educación Especial. (2010). Qué es la discapacidad visual. Obtenido de <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/visual.php>
- [8] Electronicas, D. (8 de Febrero de 2016). Motor Vibrador Tipo Moneda. Obtenido de [http://www.didacticaselectronicas.com/index.php/elementos-electromecanicos/motor-vibrador2016-02-08-04-34-49\\_3-detail](http://www.didacticaselectronicas.com/index.php/elementos-electromecanicos/motor-vibrador2016-02-08-04-34-49_3-detail).
- [9] Espejismo. (2011). Gafas con sistema GPS para ciegos. Obtenido de <http://ounae.com/gafas-con-laser-para-personas-invidentes/>
- [10] Fraunhofer. (2006). i-stick bastón de emergencias. Obtenido de <http://movilae.com/i-stick-un-baston-que-llama-la-ambulancia-en-caso-de-caida/>
- [11] Gonzalez Kiara. (2013). clasificación de la discapacidad visual. Obtenido de <http://discapacidadvisualkiara.blogspot.mx/p/clasificacion.html>
- [12] Inegi. (2013). Personas con discapacidad visual en México. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>.
- [13] Impresionante. (2008). Vara para ciegos. Obtenido de <http://www.impresionante.net/10-03-2008/general/una-vara-para-ciegos> Lehtonen, J. P. K. L. S. M., J. Online classification of the single eeg trials during finger movements. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2008.
- [14] M. Fatourech, G. B., S.G. Mason. A wavelet-based approach for the extraction of event related potentials from eeg. ICASSP, 2004.
- [15] O.G. Lins, P. B. M. S., T.W. Picton. Ocular artifacts in recording eegs and event-related potentials ii: Source dipoles and source components. Brain Topogr., 1993.
- [16] Ishikawa. (2007). Traje de ayuda con sensores para invidentes. Obtenido de <http://melocuentas.com/2007/09/traje-de-ayuda-para-invidentes>.
- [17] Martinez, A.D. (2013). Bastón blanco para prevenir obstáculos. Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- [18] Sanei, S. y Chambers, J. Eeg signal processing. John Wiley and Sons, Ltd, 2007.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Videojuego educativo Undyin Night “Leyends of Zipa”

Miguel Muñoz Montoya

Tecnología En Informática.  
(Estudiante VI semestre)  
Universidad Minuto de Dios  
Av 15 No1-22 Sur Barrio la  
Fragüita Zipaquirá.  
Cundinamarca, Colombia  
+573012796180

mmunozmonto@uniminuto  
.edu.co

Harol Garnica León

Tecnología En Informática.  
(Estudiante VI semestre)  
Universidad Minuto de Dios  
Av 15 No1-22 Sur Barrio la Fragüita  
Zipaquirá. Cundinamarca, Colombia  
+573114532561

hgarnicaleo@uniminuto.edu.co

Juan Carlos Herrera Estrada  
Ingeniero de Sistemas. Especialista  
en Informática y Telemática.

Maestría en Gestión de Tecnologías  
de la Información (En Curso)

Universidad Minuto de Dios  
Profesor TCO

Carrera 16 # 7B-18 Zipaquirá,  
Cundinamarca. Colombia.

+573118537142

juan.herrera.e@uniminuto  
.edu.co

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

Día a día las tecnologías se orientan más a la relación directa con los usuarios, por lo que se trata de mejorar esta relación en todas las etapas de las edades de los seres humanos, una de ellas es la industria de los videojuegos que se encuentran entre los más utilizados por diferentes rangos de edad, mostrando que es una plataforma dada a la conexión global y variada.

### ABSTRACT

Day by day the technologies are more guided to the direct relationship with the users, so it is about improving this relationship in all the stages of the ages of the human beings,

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

one of them is the industry of the videogames that are between the most used by different age ranges, showing that it is a platform given to the global and varied connection.

Understanding the above the development of the project is guided to teach a little of the history of our city Zipaquirá Colombia, as a starting point and if possible the rest of the world, giving historical data of places where the game is developed.

### Categorías y Descriptores Temáticos

H.5 INFORMATION SYSTEMS

H.5 SISTEMAS DE INFORMACION

### Términos Generales

Entendiendo lo anterior el desarrollo del proyecto se orienta a enseñar un poco de la historia de nuestra ciudad Zipaquirá Colombia, como punto de partida y si es posible el resto del mundo, dando datos históricos de los lugares donde se desarrolla el juego.

### Palabras claves

Videojuegos, desarrollador, motor, jugadores, activos,

### Keywords

Video games, developed, engine, gamers, assets,

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## INTRODUCCION

El desarrollo del videojuego se llevará a cabo en el motor gráfico Unreal Engine 4 que es un editor de uso gratuito, en este se empezará con el entorno del juego, donde se establecerán los escenarios que envolverán la trama de los personajes.

En cuanto al manejo del modelado 3D de los personajes de la historia, será gestionado en dos tipos de generadores o motores de modelado zbrush más afianzado por su libre desarrollo de objetos, Mixamo por su amplia gama de personajes y animaciones prediseñadas.

Para la implementación del código que estructurará el videojuego se utilizará Visual Studio 2017, pues el mismo motor Unreal Engine 4 lo recomienda.

## JUSTIFICACIÓN

En este punto nos surgió una pregunta ¿Qué tanto interés tienen los estudiantes y los docentes en usar ayudas tecnológicas al momento de abordar sus clases?

Creando dicho videojuego debemos generar una guía que sirva de apoyo al docente al momento de evaluar el trabajo realizado por los estudiantes, además de aprender de historia van a poder aprender de las costumbres de la época puesto que el videojuego será ambientado en el marco histórico en el que sucedieron los hechos.

Como conclusión, el beneficio que tiene el videojuego para los estudiantes va a ser el manejo de temas que con la lectura se vuelven monótonos con apoyo de la tecnología y de un modo más moderno mediante intereses que tienen ellos como los videojuegos, y para los docentes va a ser la posibilidad de explorar nuevas formas para manejar temas con apoyo de la tecnología.

## OBJETIVOS

### *Objetivo General*

Desarrollar un videojuego que sirva de apoyo para contar la historia de nuestros antepasados en Zipaquirá como eje inicial, mediante una herramienta actual como son los videojuegos.

### *Objetivos Específicos*

- Recopilar la información para mostrar la historia de Zipaquirá, permitiéndole a la población conocer de manera didáctica lo que ha pasado en la ciudad donde viven
- Diseñar los personajes y escenarios de una forma que sea lo más fiel posible a la realidad histórica y que además sean llamativos para los usuarios finales
- Desarrollar el videojuego con el enfoque que se tenga para la población objetivo.

## *Historia*

### Undying Night.

Terra 33 el resultado del consumismo humano, cada día sigue siendo una rutina, somos cada uno un mecanismo de la misma maquina deteriorada devora mundos.

Ubicados lo más lejos posible de nuestro hogar de origen, pues nuestras ganas de vivir como ricos han destruidos 32 sueños hechos realidad... jajaja...

No queda nada más que la luz de nuestra estrella más cercana Arkturuz, es la base del desarrollo energético que impulsa cada una de nuestras "dulces vidas".

Año 8500... también pienso que habrá sido de nuestros antes pasados, pero creo que ellos no pensaron en nosotros. 33 me han de llamar pues mis ideas y mi forma de ser son la nueva era o eso me dicen... La verdad no lo creo, pero sí creo que merecemos otra vida donde los magnates no nos usen como sus juguetes...

Tanto pienso en 5 minutos, aunque ya debería salir el sol, son las 6 am y no hay ni un rastro de luz. No entiendo que paso sin luz todo lo que tengo no funcionara.

Saliendo a la calle me doy cuenta que todo esta tan desolado lo único que me centra es mi universidad, ¡aahh! Si soy solo un joven más del mundo.

Al llegar a mi campus creo que algo anda mal... ¡Rayos esto no es real! cómo es posible que el cielo no de ni un haz de luz y lo peor es que parece que seres de otro planeta lo invaden... <bueno si lo invaden> ¡carajooooo! debo buscar la manera de sobrevivir sin luz no hay manera de comunicarme he igual las personas que más amo, creo que ahora mi misión va más allá de lo que siempre he creído, ahora debo buscar la manera de mantenerme con energía y así mis aparatos, bueno que de algo sirva mi amor a la tecnología de alguna manera esto se debe acabar. ¡Lets rock!

Continuara....

## METODOLOGIA DE DESARROLLO

La programación extrema o eXtreme Programming (XP) es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico.

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Contexto XP

- Cliente bien definido.
- Los requisitos pueden (y van a) cambiar.
- Grupo pequeño y muy integrado (máximo 12 personas).
- Equipo con formación elevada y capacidad de aprender.

## Características XP

- Metodología basada en prueba y error.
- Fundamentada en Valores y Prácticas.

## RECURSOS

*Unreal engine 4 (Motor gráfico de escenarios modelados en 3D)*

Unreal Engine 4 es un conjunto completo de herramientas de desarrollo hechas para cualquier persona que trabaje con tecnología en tiempo real. Desde aplicaciones empresariales y experiencias cinemáticas hasta juegos de alta calidad a través de PC, consola, móvil, VR y AR, Unreal Engine 4 le ofrece todo lo necesario para comenzar, navegar, crecer y destacar entre la multitud.

Un conjunto de herramientas de clase mundial y flujos de trabajo accesibles capacitan a los desarrolladores para iterar rápidamente ideas y ver resultados inmediatos sin tocar una línea de código, mientras que el acceso completo al código fuente da a todos en la comunidad de Unreal Engine 4 la libertad de modificar y extender las características del motor.

Desarrollado por Epic Games, Unreal Engine alimenta miles de juegos y aplicaciones interactivas en tiempo real. Equipos de todos los tamaños eligen Unreal por sus ricas funciones de creación que cumplen con los más exigentes requisitos artísticos y de diseño con un enfoque intransigente de rendimiento.

## *Visual Studio 2017 (c++)*

Visual Studio es un conjunto de herramientas y otras tecnologías de desarrollo de software basado en componentes para crear aplicaciones eficaces y de alto rendimiento, permitiendo a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como otros servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma.

En palabras más específicas, Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C# y Visual C++ utilizan todos el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que habilita el uso compartido de herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. Asimismo, dichos lenguajes utilizan las funciones de .NET

Framework, las cuales ofrecen acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones web ASP y Servicios Web XML.

A días de un próximo lanzamiento de una nueva versión de Visual Studio, te contamos las nuevas funciones que podrás lograr con esta actualización:

Mayor productividad: correcciones y mejoras de código, navegación y depurado. Ahorra tiempo y esfuerzo en las tareas diarias sin importar el lenguaje o la plataforma. En equipos DevOps, Visual Studio 2017 agiliza en inner loop y acelera el flujo de código con nuevas características en tiempo real.

Azure: integrado en la suite de las herramientas de Azure, permite a los desarrolladores crear fácilmente aplicaciones “cloud first” bajo Microsoft Azure, facilitando la configuración, compilación, depurado y el package.

Desarrollo móvil: Visual Studio 2017 con Xamarin hace más rápido y fácil para los desarrolladores compilar, conectar y ajustar aplicaciones móviles para Android, iOS y Windows.

Adicional se le ha dado un enfoque renovado para mejorar la eficiencia de las tareas fundamentales que los desarrolladores desempeñan diariamente. Desde una nueva instalación más ligera y modular adaptada a las necesidades del desarrollador, un IDE más rápido desde el arranque al apagado, una nueva manera de ver, editar y depurar cualquier código sin proyectos ni soluciones.

## *Blender (Modelado 3D)*

Blender es la suite de creación 3D gratuita y de código abierto. Soporta la totalidad de la tubería 3D de modelado, aparejo, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso la edición de vídeo y creación de juegos.

- Mixamo.(Modelado de personajes en 3D y auto rig)
- Fs (Adobe Fuse): modelado de personajes a detalle.
- Autodesk: Usado en el desarrollo de objetos para dar la realidad de un entorno más humanizado con implementos que estos mismos usan.

Se puede producir animaciones, renderizaciones y modelos 3D de calidad profesional con el software 3ds Max®. Un eficaz conjunto de herramientas le ayuda a crear contenido 3D y de realidad virtual (VR) mejor en menos tiempo.

## *LayOut/ SketchUp:*

LayOut y SketchUp Pro están diseñados para funcionar juntos. Después de insertar un modelo de SketchUp en un documento LayOut, puede diseñar el documento para resaltar las mejores características de su modelo 3D. Si alguna vez necesita cambiar o actualizar su modelo original de SketchUp, puede actualizar el

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

modelo en LayOut para que todos los detalles se sincronicen automáticamente.

## ESTADO DEL ARTE

El manejo de las tecnologías en desarrollo de video juegos educativos en Colombia es muy poca siento un territorio a la espera de resultados, de igual manera existen ya precedentes de proyectos impulsados por el MinTIC como los siguientes.

Cuatro nuevos videojuegos educativos promocionados por el MinTIC.

La convocatoria 'Crea digital 2014' realizada por el MinTIC premió a cuatro videojuegos educativos y culturales que se distribuirán a través de instituciones, bibliotecas y entidades departamentales.

El Ministro de las TIC Diego Molano Vega anunció que en las próximas semanas pondrá a disposición de las entidades educativas beneficiarias del programa 'Computadores para Educar' y de la Red Nacional de Bibliotecas públicas, entre otras entidades, cuatro nuevos videojuegos educativos y culturales: GAIA, Un juego por la vida, Yo Investigador, Tropicapp y Kogui. Todos son libres de violencia apropiados para niños y jóvenes entre los 7 y 17 años.

### *GAIA, un juego por la vida.*

Es un videojuego de aventura gráfica y puzzles (rompecabezas), desarrollado por la Fundación Alas de Cristal de Bogotá, en el cual los 'gamers' podrán conocer las aventuras de Ana y Luis, dos valientes jóvenes elegidos para restablecer el equilibrio de los espíritus que habitan la naturaleza, que tienen como misión salvar los ecosistemas que están siendo destruidos por adultos inescrupulosos. A lo largo de estos mundos, se estudiarán las especies de fauna y flora más representativas de Colombia: selva amazónica, bosque andino de niebla, páramo, playa, arrecifes coralinos, desierto y ciudad.

### *Yo Investigador*

Es un juego creado por el estudio Piragna que le ayuda a los niños a explorar y aprender todo lo relacionado con el fascinante mundo de la fauna y flora colombiana. El héroe del videojuego se llama Investigador, que puede ser personalizado con la fotografía y los datos de cada usuario. Este personaje tendrá la ayuda de Pepa y Margarito, sus acompañantes de aventura en más de veinte escenarios (subterráneos, ríos, montañas, valles, lagos, selvas, desiertos, páramos, humedales, el mar, etc) a través de los cuales el usuario tendrá a su disposición un cuaderno (virtual) para investigar y anotar –como en una bitácora– todos los datos que se obtienen al descifrar ciertos retos. 'Yo Investigador' tiene 8 módulos: Jugar, Dibujar, Escribir, Crear, Investigar, Buscar, Escuchar, Pintar y Leer,

todos con actividades interactivas, ilustraciones, sonidos e información.

### *Tropicapp*

Creado por la empresa INET con sede en Popayán, Tropicapp es un videojuego para niños que les brinda conocimientos sobre los recursos hídricos y los ecosistemas tropicales andinos de Colombia de una forma lúdica, dinámica y sobre todo: divertida. Es ideal para dispositivos móviles El prototipo (versión inicial) ha sido probado en más de 400 profesores y estudiantes de los grados 3° a 7° de instituciones educativas del Cauca. Tiene magníficas ilustraciones, y contenidos teóricos que suponen una herramienta de aprendizaje muy versátil tanto para educadores como niños y jóvenes.

Cabe anotar que el juego se desarrolló atendiendo a los estándares básicos de calidad de las asignaturas de Ciencias Naturales y de Ciencias Sociales, dictados por el Ministerio de Educación Nacional, y en base a información de investigaciones sobre los ecosistemas en mención que se han generado en el Grupo de Estudios Ambientales y el Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad del Cauca.

### *Kogui*

Videojuego para plataformas WEB/iOS/ANDROID, desarrollado por GEOS Digital, de carácter educativo y en 2D, de tipo simulación social y estrategia basado en una mecánica de construcción de comunidades en donde el jugador tendrá que tomar decisiones para crear distintas poblaciones en territorios que han sido víctimas de la violencia.

El jugador debe crear a los habitantes de su territorio, cada uno con actividades y responsabilidades a su cargo como fabricar casas, vehículos y mobiliario para que la aldea satisfaga las necesidades de sus habitantes; no es descabellado afirmar que el juego fomenta la paz porque ayuda a los niños a reflexionar en torno al rol que cada persona cumple en una sociedad, sus roles sociales y políticos, la sana convivencia y la resolución de conflictos como pilares en la búsqueda de una sociedad en paz, donde la prosperidad se consiga con la educación, la salud y la vivienda digna, entre otros.

Según el MinisterioTIC, los videojuegos también serán ofrecidos a la Red Nacional de Bibliotecas Públicas, a las Secretarías TIC departamentales, y en general a las distintas entidades culturales y educativas sin ánimo de lucro del país que estén interesadas en hacer buen uso de estos contenidos digitales. Culminadas las etapas de desarrollo y finalización, los videojuegos deberán ser entregados durante el primer trimestre del 2015.

«Nos complace anunciar estos videojuegos hechos por jóvenes emprendedores colombianos, con los cuales estamos convencidos de que muchos niños y jóvenes del país podrán mejorar sus habilidades psicomotrices, y entretenerse mientras aprenden nuevos conceptos», afirmó Diego Molano.



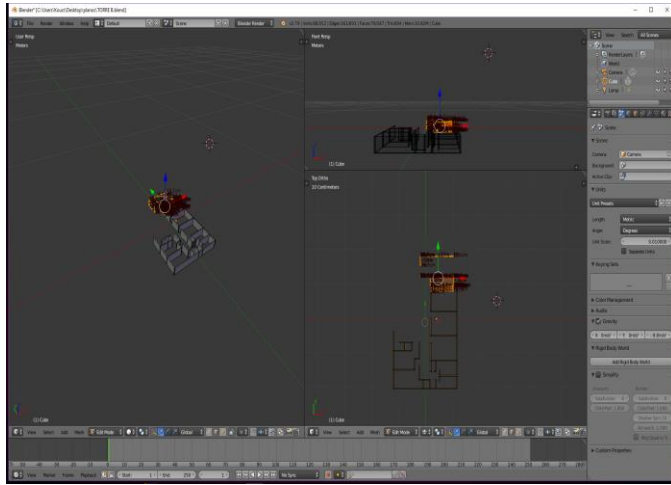
# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia  
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## JUEGO

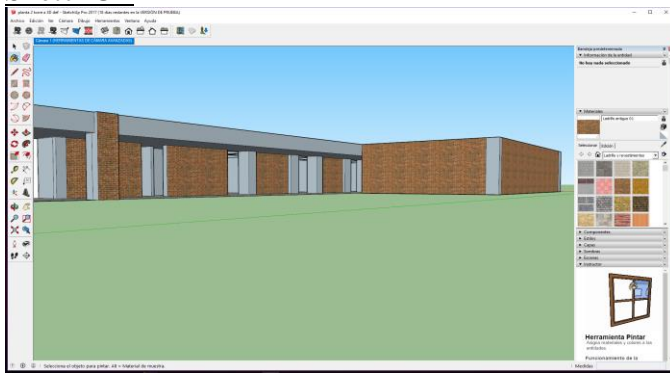
Desarrollo

Blender



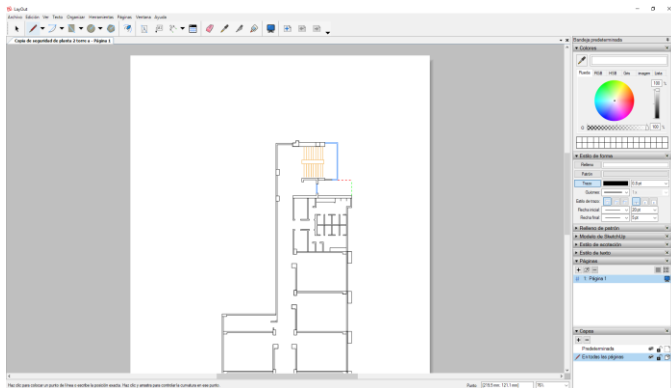
Modelado 3d torre a y b

SketchUP



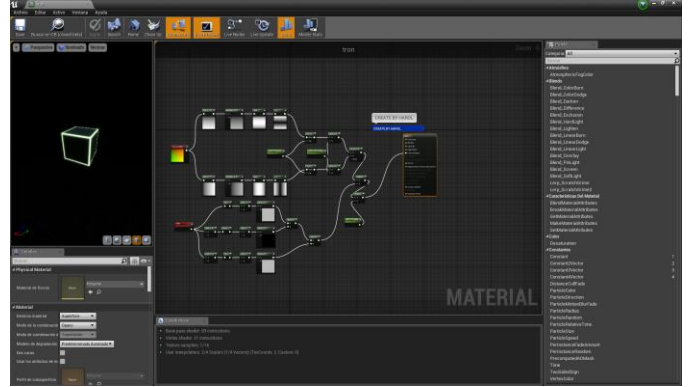
Modelado y aplicación de texturas

Layout



Replica bases torre a

Unreal node editor



Creación de materiales.

-Personajes.

Ficha de personaje.

Nombre: Blue

Edad: 21

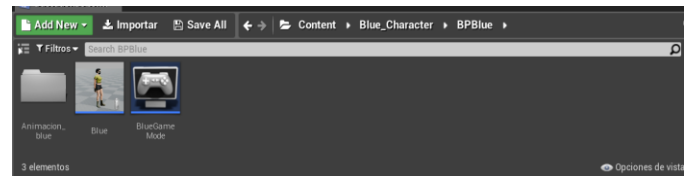
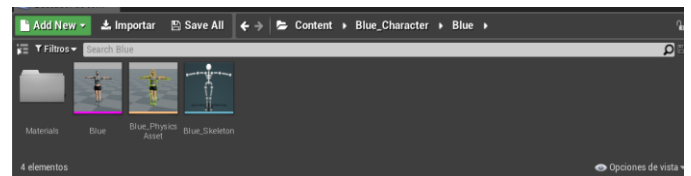
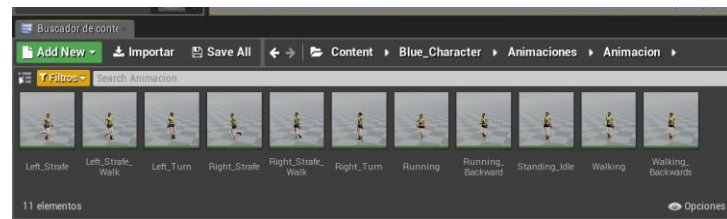
Fecha de nacimiento: 30/07/1996

Peso: 53kg

Altura: 168 cm

Tipo de sangre: O+

Historia: ??? (Desconocida)

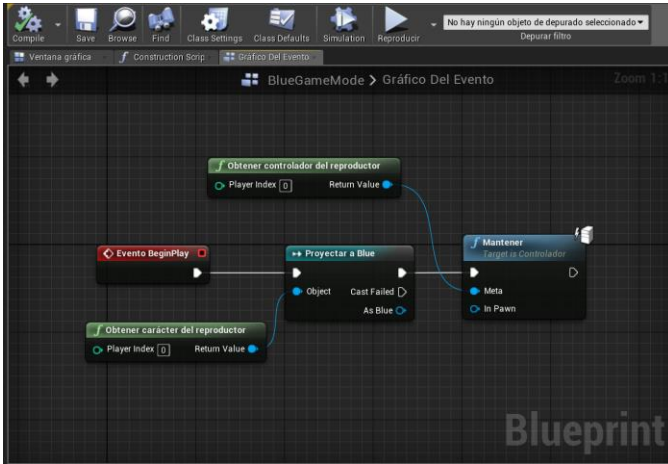


Blueprint Modo de juego

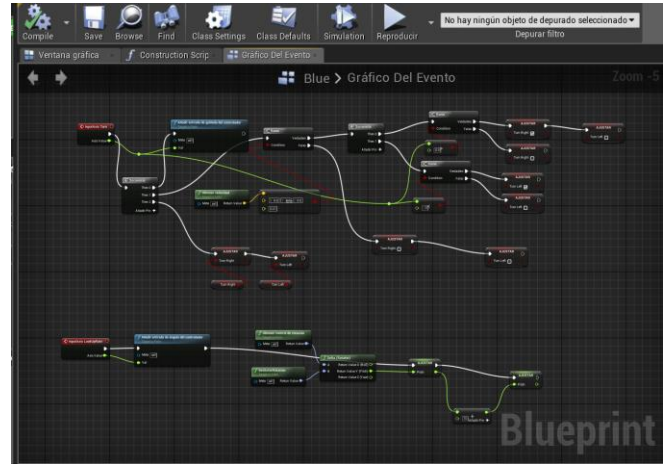
# CICOM 2018

8º Congreso Internacional de computación México - Colombia

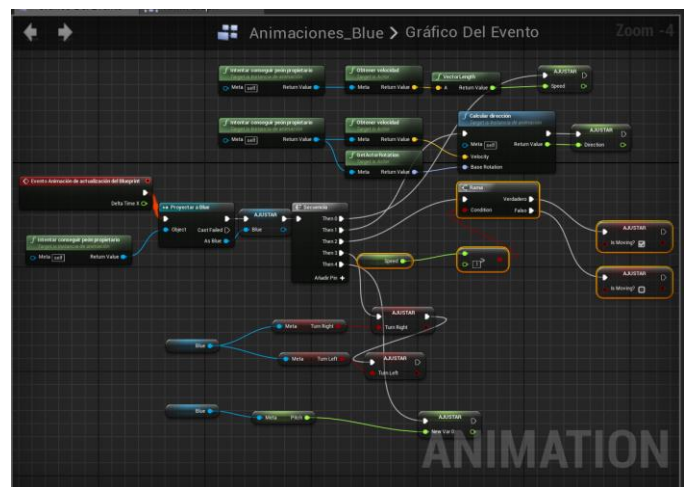
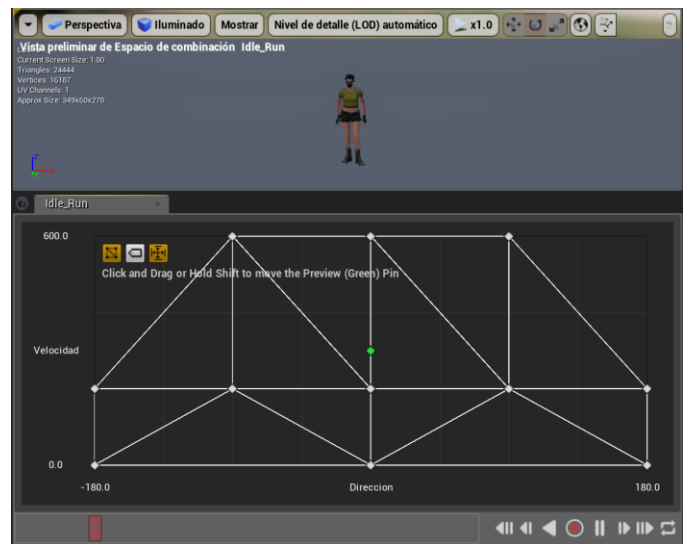
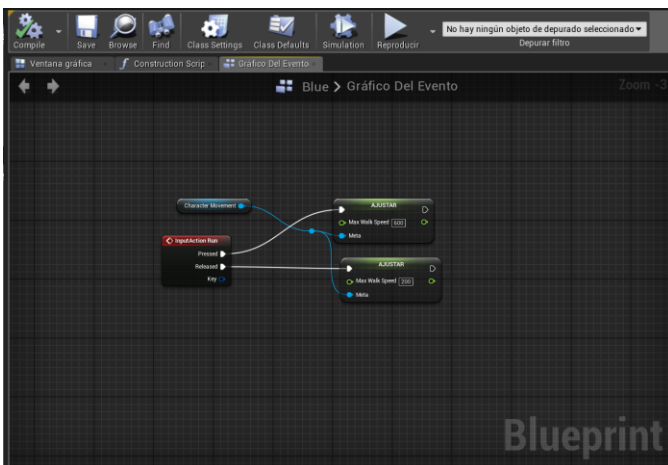
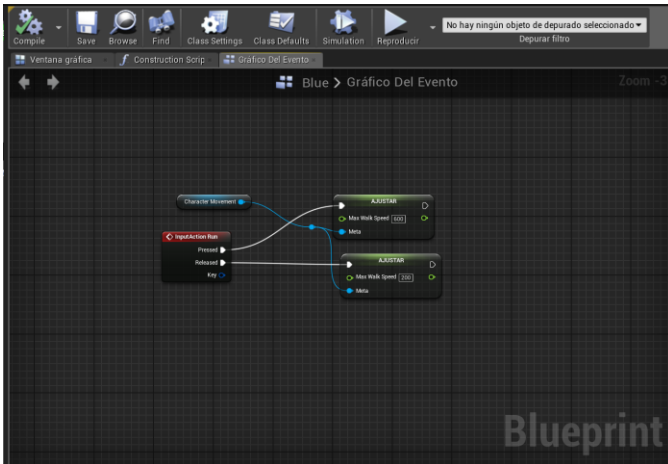
Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



BluePrints Personaje, movimientos mouse



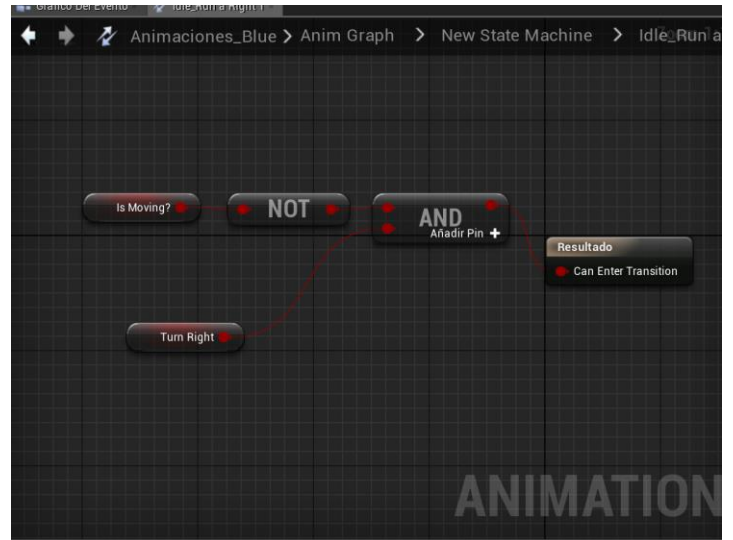
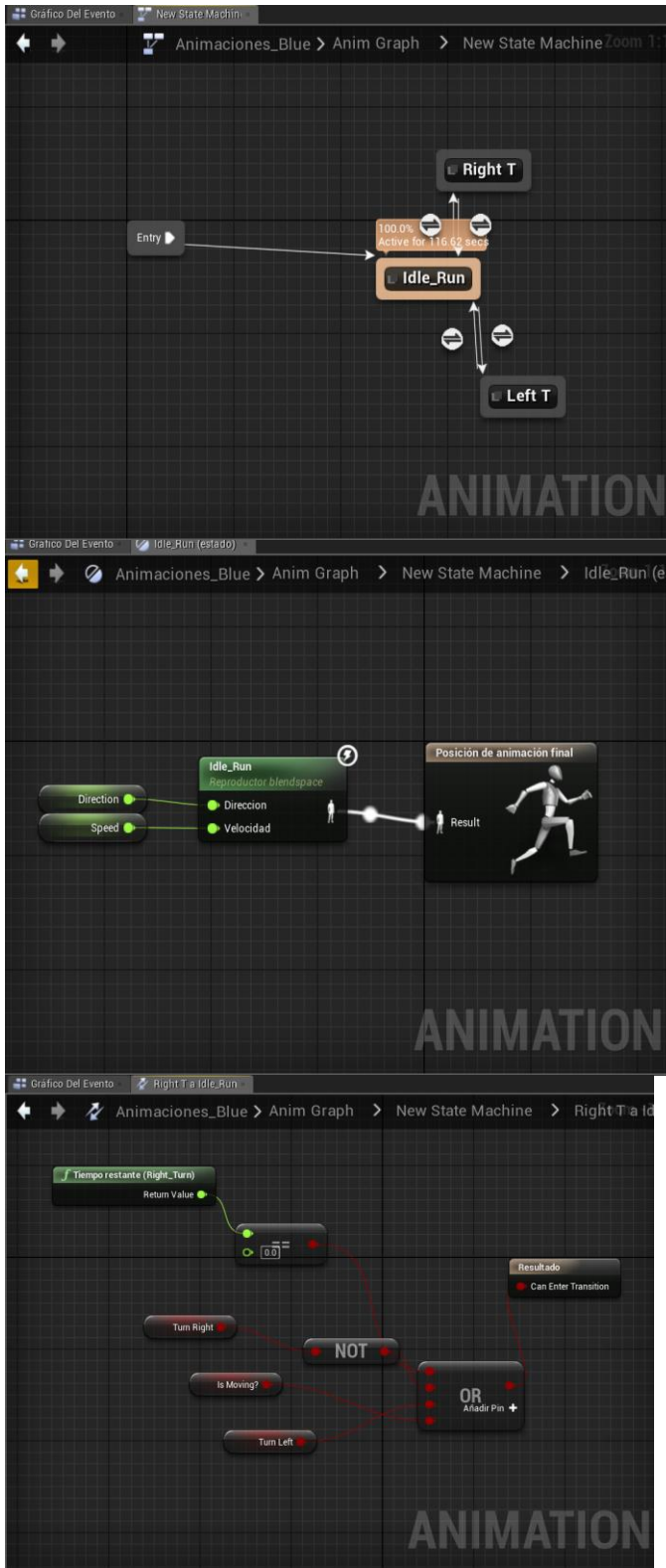
Configuración de animaciones, y BluePrints de estas mismas animaciones



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México



El sistema de Blueprints permite a los desarrolladores crear videojuegos de una forma más sencilla y visual, añadiendo funcionalidades a las clases de juego existentes. Este método no sustituye a la programación C++, sino que es un complemento, ya que los dos sistemas están perfectamente coordinados e integrados entre sí.

Los Blueprints son assests que están en el editor de Unrel Engine y se organizan en nodos conectados entre sí. Tienen multitud de opciones y posibilidades, como, por ejemplo:

- Crear, implementar o modificar cualquier elemento
- Creación de mallas, materiales y personajes
- Interacción con menús
- Creación de cámaras y perspectivas, ítems (armas, hechizos, etc.), partículas como lluvia o nieve
- Interacción con el entorno

## Pruebas de entorno y ejecución del juego

### Entorno basado en las estructuras de la Universidad Minuto de Dios Zipaquirá (torre A)



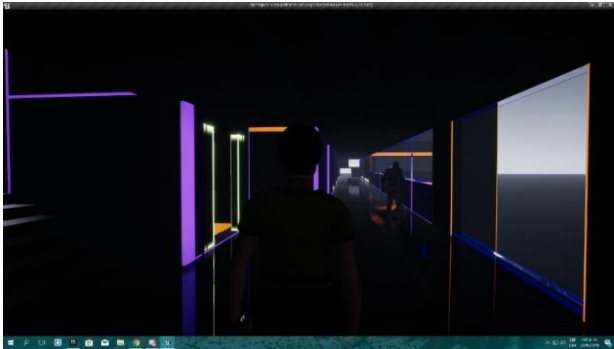
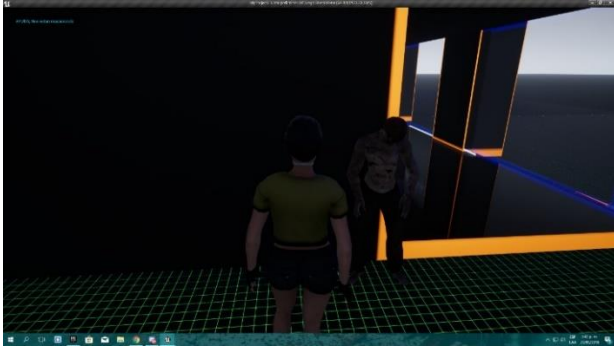


# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Entorno Interacción con el entorno y sus participantes en toda la torre.



Entorno exterior prueba de movimientos y texturas naturales

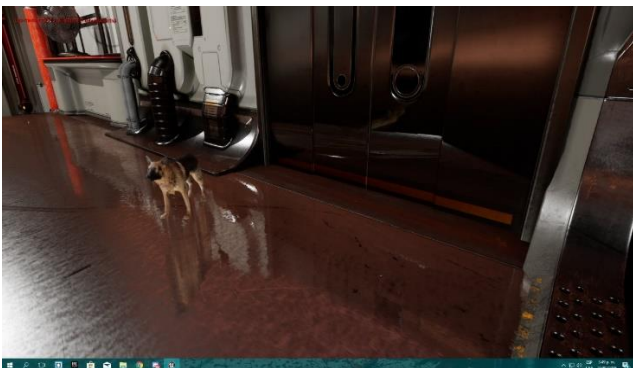
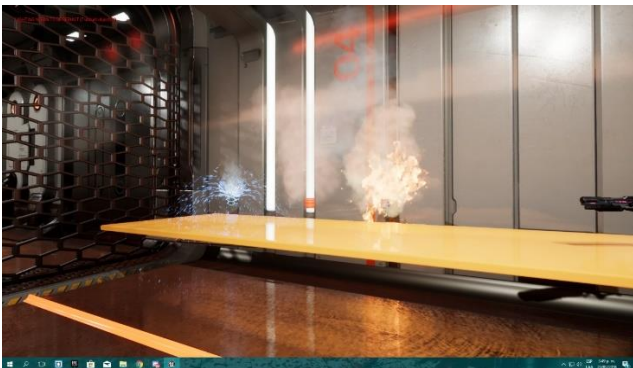
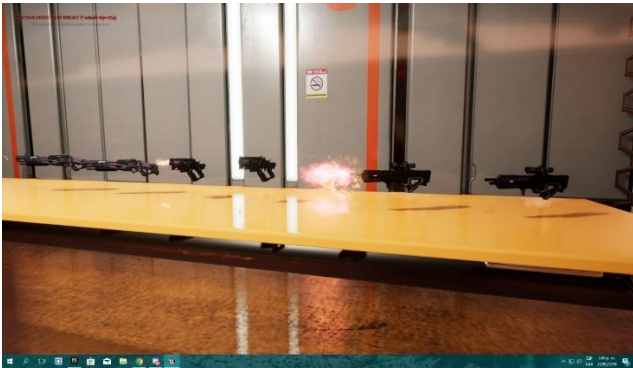
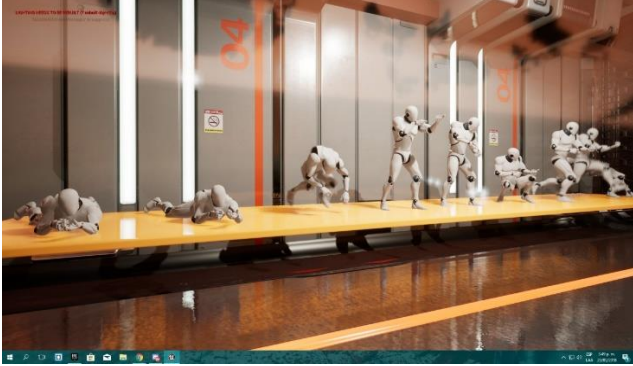


# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

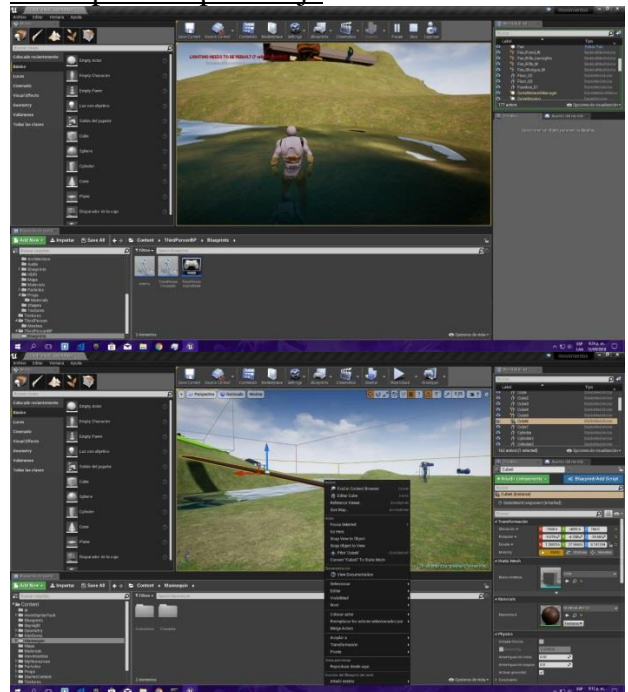
## Prueba de movimientos predeterminados para personajes y armas



## Prueba de movimientos predeterminados para personajes en acción de ataque



## Verificación de medidas del entorno para desempeño de personaje





# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

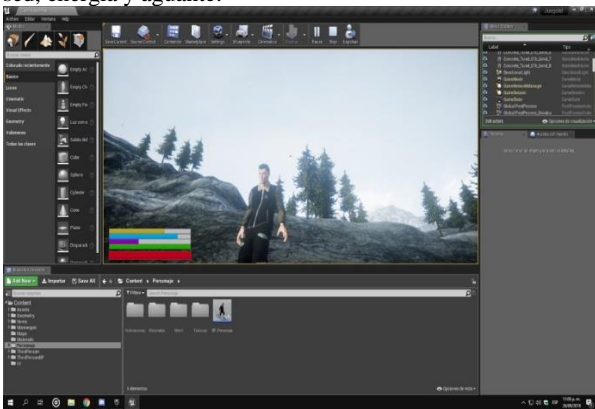
También se hizo un inventario en el cual los objetos que se recojan se queden con el personaje



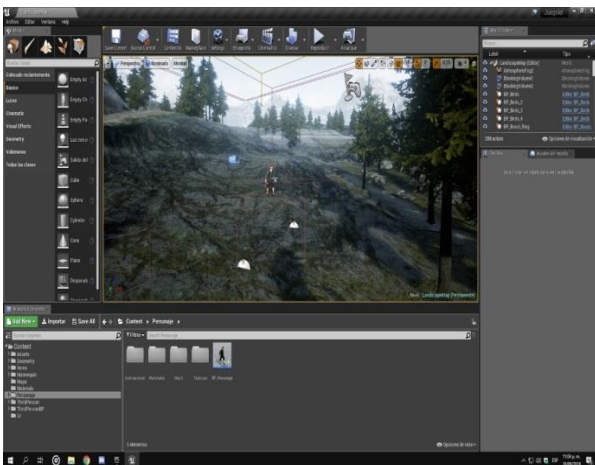
Se agregaron las respectivas animaciones correspondientes a caminar, correr, agacharse y saltar además de los delineados a los objetos para saber a qué objeto se está mirando.



Adicional a eso se establecieron las barras de salud, hambre, sed, energía y aguante.



La cámara es movida para ajustar la vista en tercera persona para un juego más cómodo.



## Capitulación historia de los Mártires Zipaquirá

Capítulo 1: Los Mártires. EL régimen del terror.

El 3 de agosto de 1816, nueve héroes de la Patria fueron ejecutados, por orden del Pacificador Pablo Morillo, en el costado norte de la plaza principal, frente a las ruinas del viejo convento Franciscano, ubicado cerca de la Catedral de Zipaquirá. Hoy en día, oficinas de la Curia Episcopal. Por sus ideas y acciones revolucionarias, fueron condenados a muerte, en la mañana del 3 de agosto, José Luis Gómez, José Riaño, Agustín Zapata, Luis Sarache, Juan Nepomuceno Quiguarana y Francisco Carate, y desde ese momento la historia los consagró como los Mártires Zipaquireños, quienes fueron sacrificados durante el periodo conocido como: "El Régimen del Terror". En la noche de ese mismo día, en lo que hoy es la Plaza de los Mártires, fueron sacrificados tres patriotas más: María Josefa Lizarralde, Nempomuceno Carranza y Juan Evangelista Valdés.

Ahora conociendo su historia, tú debes convencerlos uno por uno en batallas para mostrar tu honor y volverlos tus aliados ya que quien te espera es el demonio en carne propia. ¡A por todo!

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Capítulo 1.1: Leyenda de José Luis Gómez.  
Capítulo 1.2: Leyenda de José Riaño.  
Capítulo 1.3: Leyenda de Agustín Zapata.  
Capítulo 1.4: Leyenda de Luis Sarache.  
Capítulo 1.5: Leyenda de Juan Nepomuceno Quiguarana.  
Capítulo 1.6: Leyenda de Francisco Carate.  
Capítulo 1.7: Leyenda de María Josefa Lizarralde.  
Capítulo 1.8: Leyenda de Nempomuceno Carranza.  
Capítulo 1.9: Leyenda de Juan Evangelista Valdés.

[5] <https://help.sketchup.com/es/article/3000191>

[6] BLUEPRINTS EN UNREAL ENGINE 4, FUNCIONES Y TIPOS Y OTRAS CARACTERÍSTICAS ¿QUÉ SON LOS BLUEPRINTS EN UNREAL ENGINE 4?, POR: EDUARDO PARDOS, URL: [HTTP://WWW.BABOONLAB.COM/BLOG/NOTICIAS-REALIDAD-VIRTUAL-1/POST/BLEUPRINTS-EN-UNREAL-ENGINE-4-FUNCIONES-Y-TIPOS-Y-OTRAS-CARACTERISTICAS-21](http://www.baboonlab.com/blog/noticias-REALIDAD-VIRTUAL-1/POST/BLEUPRINTS-EN-UNREAL-ENGINE-4-FUNCIONES-Y-TIPOS-Y-OTRAS-CARACTERISTICAS-21)

## IMPACTO DE LA CREACIÓN DEL JUEGO

La idea al desarrollo de este juego está en demostrar que el estudio de tecnología en informática, o ingeniera de sistemas, y también el desarrollo de software en aplicaciones, no solo son los únicos campos en los que se pueden fijar comercialmente en Colombia, si no que esto puede generar una oportunidad de crear empresas y dar empleo a personas que disfrutan de los video juegos, porque en estos tiempos muchos lo consideran como un pasatiempo y sueñan con crear uno propio.

Además, para las carreras mencionadas anteriormente esto requiere de gran trabajo, imaginación, y un dominio considerable (O que este se aprenda con la experiencia de trabajar en este entorno) tanto en desarrollo de código en lenguajes C++ y C# , Blueprints.

Lo que direcciona a un interés mayor para estudiar estas carreras, y es allí donde más enfoque da al proyecto, lograr que Colombia pueda estar a las alturas de países que son líderes en este campo, demostrar que la dedicación, el ingenio, la innovación, el talento y lo que más destaca a estas empresas, también está en este país.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, el objetivo del juego **Undying Nigth/Leyends of Zipa** a futuro es lograr que las personas se fidelicen al uso de estas plataformas entretenidas con el ánimo de introducirse en la historia logrando comprender más a fondo que ha pasado con nuestras tierras en las épocas pasadas y así mismo darles una nueva oportunidad de aprender y apoyar a la industria tan neófito de los videojuegos en Colombia.

## REFERENCIAS

[1] <https://www.unrealengine.com/en-US/features>

[2] <https://www.msn.com/es-cl/noticias/microsoftstore/%C2%BFqu%C3%A9-es-y-para-qu%C3%A9-sirve-visual-studio-2017/ar-AAAnLZL9>

[3] <https://www.blender.org/>

[4] <https://latinoamerica.autodesk.com/products/3ds-max/features>

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

## Aplicación Móvil de la Cinemática Directa de un Robot Manipulador SCARA a través de Android y Matlab™

Felipe J. Torres, Felipe J. Trujillo  
Universidad de Guanajuato/División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca  
Carretera Salamanca-Valle de Santiago km 3.5+1.8 C.P. 36885  
+52 464 6479940  
fdj.torres@ugto.mx,  
fdj.trujillo@ugto.mx

Sergio A. Coy  
Universidad Santo Tomás  
Carrera 9, n° 51-11. Bogotá, Colombia.  
+57 1 5878797  
sergiocoy@usantotomas.edu.co

Juan Mota, Reynaldo Alanís  
Universidad Politécnica del Estado de Guerrero  
Carretera Federal Iguala-Taxco km. 105, C.P. 40321  
+52 733 1029960  
jmota@upeg.edu.mx,  
ralanis@upeg.edu.mx

Fecha de recepción: 30 /07/2018

Fecha de aprobación: 15/09/2018

Fecha de publicación: 11/10/2018

### RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo y operación de una aplicación móvil para dispositivos Android que grafique el plano de trabajo de un robot manipulador SCARA a partir de los pares o torques que el usuario introduce como parámetros de entrada. El dispositivo Android debe estar conectado en red con una computadora personal sobre la cual el software Matlab™ ejecuta el código que permite simular la cinemática directa de un robot SCARA en su respuesta en lazo abierto. Por medio de la conexión en red, el dispositivo Android recibe los datos obtenidos por la simulación y genera unos gráficos que son mostrados en pantalla para el análisis respectivo.

### ABSTRACT

In this paper, the development and operation of a mobile application for Android devices that plots the workspace of a SCARA robot manipulator is presented. The user introduces the torques as input parameters. The Android device and a personal computer supporting Matlab™ software to simulate the required

action are set on a network connection. By means of this connection, the Android device receives data produced by the simulation which are sending from the personal computer, and then shows plots in the screen for their analysis.

### Categorías y Descriptores Temáticos

**Ejes temáticos.** Tendencias, retos y tecnologías en la educación, Educación con nuevas tecnologías.

**ACM CCS Taxonomy.** Engineering education: social and professional topics, computing education, computing education programs, computational science and engineering education.

Educación en Ingeniería: tópicos sociales y profesionales, educación de computación, programas de educación de computación, educación en ingeniería y ciencia computacional.

### Términos Generales

Nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería, simulación a través de aplicación Android, sistemas de cómputo en red.

### Palabras clave

Aplicación móvil Android, cinemática de SCARA, espacio de trabajo, modelado dinámico.

### Keywords

Android mobile application, SCARA kinematics, workspace, dynamic modeling.

### INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ingeniería, en particular en áreas como la ingeniería mecánica, mecatrónica, electrónica, entre otras; tradicionalmente se centra en la enseñanza, donde el docente

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

8o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2018, (11 al 13 de octubre del 2018), Taxco, Guerrero, México.  
Copyright 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

mantiene el conocimiento y el estudiante lo recibe de forma pasiva. La tendencia en la nueva forma de educación superior está en centrar el aprendizaje en el estudiante, de tal manera que sea el propio estudiante el que construya activamente su conocimiento a través del uso de las tecnologías de información y comunicación a su alcance. Lo cual representa un área de oportunidad enorme para desarrollar recursos didácticos que faciliten el aprendizaje desde este enfoque ya descrito. Así, en [1] sostiene que los dispositivos móviles tienen una gran penetración en la educación en general y en el campo de la ingeniería, específicamente.

La robótica, como tópico de investigación y conocimiento, ha tenido un auge importante en las últimas décadas. Es posible indicar que es multidisciplinaria donde convergen la mecánica, electrónica, control, y desde luego la parte de la computación/informática. En particular los robots manipuladores son objeto de estudio en las asignaturas relacionadas a la robótica. Uno de los temas fundamentales es la cinemática directa de estos mecanismos, en función de los modelos dinámicos que se obtienen a través del formulismo de Euler-Lagrange. Lo cual representa un análisis matemático de un conjunto de ecuaciones que seguramente se convierte en un fuerte dolor de cabeza para los estudiantes de un curso de robótica. La problemática se origina por la limitada disponibilidad de herramientas tecnológicas que faciliten el aprendizaje, aunado a la aún poco desarrollada capacidad de abstracción y comprensión del estudiante en esa etapa de su formación educativa.

### OBJETIVOS

Desarrollar una aplicación móvil para dispositivos Android que muestre el espacio de trabajo de un robot manipulador SCARA a través de la simulación en Matlab™ ejecutándose en una computadora personal en conexión en red con el dispositivo móvil.

### METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

#### Robot SCARA

El robot SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm, por sus siglas en inglés) es un brazo robótico de configuración revoluta (rotacional o de pasador) horizontal en sus articulaciones  $q_1$ ,  $q_2$  y  $q_3$ , como se observa en la figura 1. Fue diseñado en Japón y desempeña tareas de tipo “tomar y poner” o “pick and place”, por lo que es útil en líneas de ensamble o de producción.

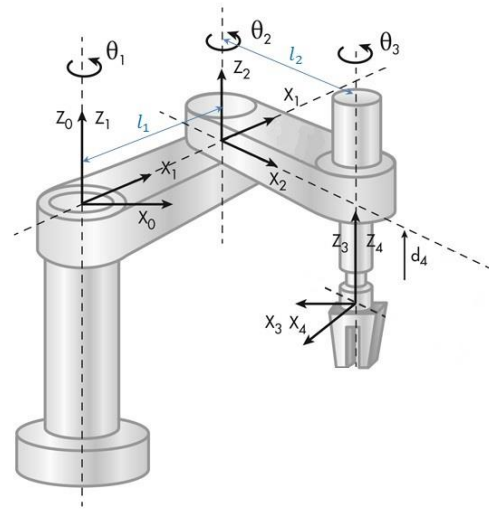


Figura 1. Robot manipulador SCARA.

### Modelo dinámico

Se considera un robot manipulador rígido completamente actuado, despreciando las pérdidas por fricción, con  $i = 1, 2, 3, 4$  articulaciones; los vectores de coordenadas generalizadas de las articulaciones del robot son  $q_i \in \mathbb{R}^n$ , bajo las siguientes características:

- Los eslabones 1, 2 y 3 tienen un movimiento rotacional. Sus posiciones angulares  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  y  $\theta_3$  serán las coordenadas generalizadas  $q_1$ ,  $q_2$  y  $q_3$ , respectivamente.
- El desplazamiento vertical  $d_4$  del efector final, será la coordenada generalizada  $q_4$ .
- Los movimientos  $q_1$ ,  $q_2$  y  $q_3$  se desarrollan en el plano horizontal, por lo cual se desprecia la energía potencial  $U(q_i)$  en ellos.
- La articulación 3 mueve las masas  $m_3$  y  $m_4$ , así mismo se suman las inercias  $I_3$  e  $I_4$ .

Usando el formulismo de Euler-Lagrange, el modelo dinámico del robot, en su representación matricial, es dado por:

$$M_i(q_i)\ddot{q}_i + C_i(q_i, \dot{q}_i)\dot{q}_i + g_i(q_i) = \tau_i \quad (1)$$

Donde  $M_i(q_i) \in \mathbb{R}^{n \times n}$  es la matriz de inercias,  $C_i(q_i, \dot{q}_i) \in \mathbb{R}^{n \times n}$  es la matriz de Coriolis y fuerzas centrífugas,  $g_i(q_i) \in \mathbb{R}^n$  vector de fuerzas gravitacionales,  $\tau_i \in \mathbb{R}^n$  es el vector de torques o pares de entrada. De manera detallada,

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

$$\begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ M_{12} & M_{22} & M_{23} & M_{24} \\ M_{13} & M_{23} & M_{33} & M_{34} \\ M_{14} & M_{24} & M_{34} & M_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \\ \ddot{q}_3 \\ \ddot{q}_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \\ \dot{q}_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ m_4 g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \\ \tau_4 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$M_{11} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + m_1 l c_1^2 + m_2 l_1^2 + m_2 (l c_2^2 + 2l_1 l c_2 \cos q_2) + (m_3 + m_4) (l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2 \cos q_2)$$

$$M_{12} = I_2 + I_3 + I_4 + m_2 (l c_2^2 + l_1 l c_2 \cos q_2) + (m_3 + m_4) (l_2^2 + l_1 l_2 \cos q_2)$$

$$M_{13} = M_{23} = M_{33} = I_3 + I_4$$

$$M_{14} = M_{24} = M_{34} = 0$$

$$M_{22} = I_2 + I_3 + I_4 + m_2 l c_2^2 + (m_3 + m_4) l_2^2$$

$$M_{44} = m_4$$

$$C_{11} = -m_2 l_1 l c_2 \sin q_2 \dot{q}_2 - (m_3 + m_4) l_1 l_2 \sin q_2 \dot{q}_2$$

$$C_{12} = -m_2 l_1 l c_2 \sin q_2 (\dot{q}_1 + \dot{q}_2) - (m_3 + m_4) l_1 l_2 \sin q_2 (\dot{q}_1 + \dot{q}_2)$$

$$C_{21} = m_2 l_1 l c_2 \sin q_2 \dot{q}_1 + (m_3 + m_4) l_1 l_2 \sin q_2 \dot{q}_1$$

$$C_{13} = C_{14} = C_{22} = C_{23} = C_{24} = C_{31} = C_{32} = C_{33} = C_{34} = C_{41} = C_{42} = C_{43} = C_{44} = 0$$

Este modelo obtenido fue comparado con los modelos dinámicos presentados en [2-3], los cuales son similares en función del orden de las coordenadas generalizadas.

## Cinemática directa

El análisis cinemático de un robot manipulador rígido contempla el movimiento que realiza cada una de sus articulaciones, sean rotatorias o traslacionales. El problema de la cinemática directa trata con la relación entre las articulaciones individuales del robot manipulador y la posición y orientación del efector final [3].

Esas relaciones se desarrollan a través de una matriz  $A_i = T_i^0$  que relaciona el marco de referencia de las coordenadas de la  $i$ -ésima articulación respecto a un marco de referencia de coordenadas global, denotada por el superíndice 0.

Las matrices generadas, conocidas como matrices Denavit-Hartenberg (DH), incluyen el movimiento rotacional y traslacional y son un algoritmo universal en el cálculo de la ecuación cinemática de un robot rígido [4].

Así, para el robot manipulador SCARA, objeto de estudio en este trabajo, los parámetros usados para las matrices DH son mostrados en la tabla 1.

Tabla 10. Parámetros Denavit-Hartenberg.

Articulación $i$	Rotación en $z$ $\theta_i$	Longitud de eslabón $l_i$	Desplazamiento en $z$ $d_i$	Desfasamiento entre ejes $z$
1	$\theta_1$	$l_1$	0	0
2	$\theta_2$	$l_2$	0	0
3	$\theta_3$	0	0	0
4	0	0	$d_4$	0

La matriz de transformación DH que expresa la configuración del efector final del robot SCARA es dado por:

$$T_4^0 = \begin{bmatrix} c_{123} & -s_{123} & 0 & l_1 c_1 + l_2 c_{12} \\ s_{123} & c_{123} & 0 & l_1 s_1 + l_2 s_{12} \\ 0 & 0 & 1 & d_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Donde  $c_i = \cos(\theta_i)$ ,  $s_i = \sin(\theta_i)$ ,  $c_{12} = \cos(\theta_1 + \theta_2)$ ,  $s_{12} = \sin(\theta_1 + \theta_2)$ ,  $c_{123} = \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3)$ ,  $s_{123} = \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3)$

A partir de los primeros tres elementos de la cuarta columna de la matriz DH  $T_4^0$  se obtienen las coordenadas  $(x, y, z)$  de la posición del efector final, respectivamente.

La matriz DH  $T_1^0$  para el codo del robot SCARA, correspondiente a la primera articulación, es decir la parte final del eslabón  $l_1$ , se presenta como:

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & l_1 c_1 \\ s_1 & c_1 & 0 & l_1 s_1 \\ 0 & 0 & 1 & d_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

## Relación del modelo dinámico y cinemática directa.

El modelo dinámico, expresado en (2), son un conjunto de ecuaciones diferenciales de segundo orden. La solución de estas ecuaciones implica una doble integración, introduciendo los torques o pares  $\tau_i$  como parámetros de entrada. Como resultado, se obtienen los valores de las coordenadas generalizadas  $q_i$  para cada paso de integración, generándose un vector de los valores correspondientes de longitud igual al vector del tiempo de integración.



# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

Recordando que  $q_1 = \theta_1$ ,  $q_2 = \theta_2$ ,  $q_3 = \theta_3$  y  $q_4 = d_4$ ; la sustitución de éstos valores en las matrices de transformación DH (3) y (4) de la cinemática directa del robot SCARA, produce los valores de las coordenadas cartesianas  $(x, y, z)$ , de esta manera se puede graficar la posición del efector final y codo en el espacio de trabajo.

## Simulación en Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>

En una primera parte de este trabajo, en una computadora personal se realizaron las simulaciones de la cinemática directa del robot SCARA en la plataforma de Simulink<sup>TM</sup> de Matlab<sup>TM</sup>, con la codificación de S-function level 2. Se estableció un paso de integración variable para el solucionador ode45. Los parámetros del robot manipulador son mostrados en la tabla 2.

Tabla 11. Parámetros del robot manipulador SCARA.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
$l_1$	0.50m	$I_3 = I_4$	$0.05 \cdot m_3$
$l_2$	0.40m	$m_1$	15kg
$l_{c1}$	0.25m	$m_2$	12kg
$l_{c2}$	0.20m	$m_3$	3kg
$l_1$	$0.02087 \cdot m_1$	$m_4$	3kg
$I_2$	$0.08 \cdot m_2$	$g$	$9.81 \frac{m}{s^2}$

Se consideraron los pares de entrada  $\tau_1 = 1N \cdot m$  y  $\tau_2 = 2N \cdot m$ , el par  $\tau_3 = 0N \cdot m$  debido a que únicamente rota al efector final sobre su propio eje. El esquema de simulación es mostrado en la figura 2.

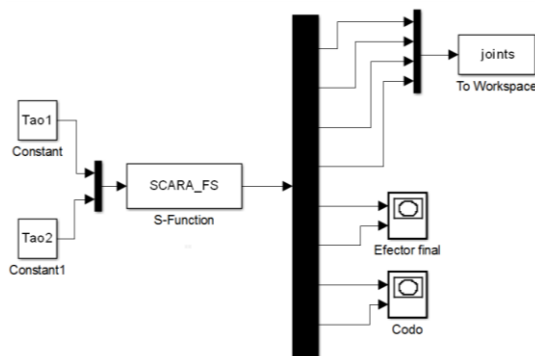


Figura 2. Esquema de simulación en Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>.

Los resultados de la simulación del espacio de trabajo del efector final y del codo del robot SCARA en el plano  $x-y$  son mostrados en las figuras 3 y 4.

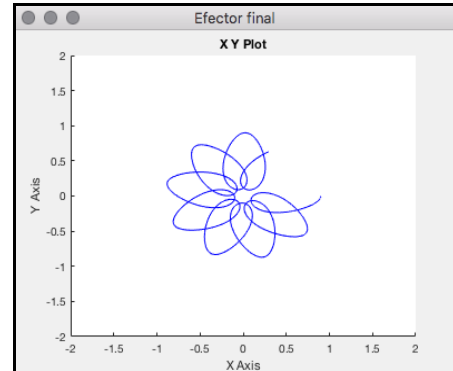


Figura 3. Espacio de trabajo del efector final del robot SCARA en Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>.

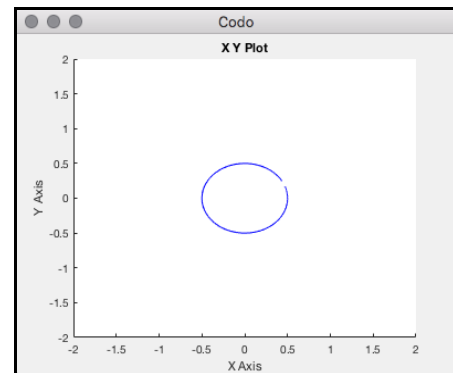


Figura 4. Espacio de trabajo del codo del robot SCARA en Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>.

## Desarrollo de la aplicación Android

Para la creación de la aplicación se utilizó el software Android Studio, el cual es una plataforma de desarrollo de aplicaciones para sistemas Android que permite compilar, depurar y ejecutar aplicaciones, tanto en simuladores como en celulares y tabletas. A partir de estos procesos, el software señala los posibles errores que se encuentren durante la programación [5].

Una de las recientes ventajas de las aplicaciones Android es en relación a poder establecer comunicación con Matlab<sup>TM</sup>, en particular a través de Simulink<sup>TM</sup>, debido a que permite conectarse con Android Studio por medio de UDP (protocolo de datagramas de usuario, por sus siglas en inglés) que utiliza el Protocolo de Internet (IP) para enviar y recibir datos [6]. El protocolo UDP es un método de transmisión de datos usado en redes de conmutación de paquetes por medio del cual, los datos son direccionados y ruteados basados en la información que soporta cada unidad de datos [7].

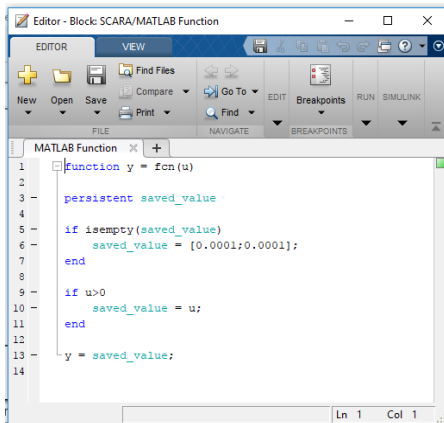
En esta etapa del trabajo realizado, la tarea inicial consistió en establecer la comunicación entre el dispositivo Android y la computadora personal. Para poder realizar la conexión entre Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup> (computadora personal) y el celular (dispositivo Android), fue necesario:

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

- En *Matlab*<sup>TM</sup>, configurar la herramienta de desarrollo *realtime* que se encuentra pre-programada.
- En *Matlab*<sup>TM</sup>, codificar una función definida por el usuario que permite asegurar que cuando no exista un dato de entrada, se le asigne un valor persistente. Esto se realizó con el código de la figura 5, conectado con el bloque denominado *RateTransition*.



```
function y = fcn(u)
persistent saved_value
if isempty(saved_value)
    saved_value = [0.0001;0.0001];
end
if u>0
    saved_value = u;
end
y = saved_value;
```

Figura 5. Código para función definida por el usuario en *Matlab*<sup>TM</sup>/*Simulink*<sup>TM</sup>.

- En *Android Studio*, configurar la aplicación con el diseño propio de la aplicación, así como cargar todos los paquetes y librerías que definen el permiso para recibir datos y conectarse a internet. En particular se utilizó el *DatagramSocket* y el *DatagramPacket*.

La comprobación de la transferencia de datos bidireccional entre la computadora personal y el dispositivo *Android* se llevó a cabo por medio de un botón de inicio en la pantalla del celular, *Matlab*<sup>TM</sup> recibía el dato de inicio y generaba los valores de una función seno, estos datos fueron enviados de regreso al celular, el cual los graficaba y mostraba en la pantalla. La figura 6 presenta la gráfica de la señal senoidal en la pantalla del celular.



Figura 6. Prueba de establecimiento de la comunicación entre *Matlab*<sup>TM</sup>/*Simulink*<sup>TM</sup> y el celular.

## RESULTADOS

### Interfaces de la aplicación *Android* en el celular

La aplicación fue diseñada para contener tres interfaces:

- La interfaz principal, visualizada en la figura 7, permite interactuar con el usuario.



Figura 7. Interfaz principal de la aplicación *Android* en el celular.

La descripción es la siguiente:

- Los pares o torques  $\tau_1$  y  $\tau_2$  son introducidos en los espacios señalados como “PAR 1” y “PAR 2”.
- Cuando se establece la comunicación, aparece la IP y el puerto asignados en los espacios señalados de la manera respectiva.
- El botón “SIMULACIÓN” envía los datos de los pares  $\tau_1$  y  $\tau_2$  al diagrama de simulación de *Matlab*<sup>TM</sup>/*Simulink*<sup>TM</sup>, mostrado en la figura 8, el cual recibe los valores de los pares e inicia la simulación para determinar las coordenadas generalizadas  $q_i$  y con éstos valores, encontrar la posición  $(x, y)$  del codo y efector final.

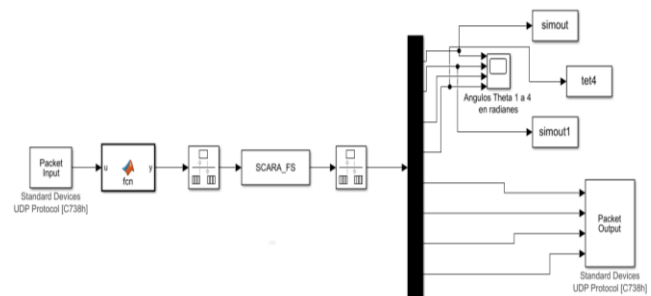


Figura 8. Diagrama de simulación en *Matlab*<sup>TM</sup>/*Simulink*<sup>TM</sup> que establece la comunicación con el dispositivo *Android*.

- La segunda interfaz aparece cuando se oprime el botón de “EFECTOR FINAL”. La propia aplicación diseñada recibe

los datos de la posición  $(x, y)$  del efector final y los grafica por cada paquete de datos recibidos. Así se visualiza el espacio de trabajo de este elemento del robot SCARA en el plano  $x-y$ .

- La tercera interfaz es la que aparece después de activar el botón con la leyenda “CODO”, en donde se mostrará la gráfica de la trayectoria del codo del robot SCARA en el plano  $x-y$  en base al procedimiento descrito en el punto anterior.

### Prueba de operación de la aplicación

La operación de la aplicación es intuitiva para la interacción con el usuario. La prueba de funcionalidad consistió en introducir los pares o torques  $\tau_1$  y  $\tau_2$  en los campos respectivos, con los mismos valores utilizados en la simulación que se hizo en la computadora personal directamente. Posteriormente se oprimió el botón de SIMULACIÓN y después se activó el botón de EFECTOR FINAL que abrió una ventana mostrando la gráfica del movimiento correspondiente del efector final del robot SCARA en el plano  $x-y$ , resultando en la imagen que se presenta en la figura 9.



Figura 9. Gráfica en la pantalla del celular del movimiento en el plano  $x-y$  del efector final del robot SCARA.

Después se oprimió el botón “CODO” que hizo aparecer una ventana con el gráfico correspondiente a la posición desarrollada en el plano  $(x, y)$  del codo del robot SCARA (ver figura 10).

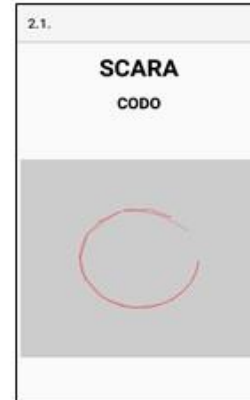


Figura 10. Gráfica en la pantalla del celular del movimiento en el plano  $x-y$  del codo del robot SCARA.

Es importante resaltar que los gráficos que aparecen en la aplicación del celular (figuras 9 y 10) no son suficientemente suaves como los arrojados por la simulación de *Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>* (figuras 3 y 4) en la computadora personal. Esta situación puede deberse a la falta de sincronización de los tiempos de envío-recepción de datos con el tiempo que representa el paso de integración del solucionador de *Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>*.

## CONCLUSIONES

La solución de la cinemática directa de un robot SCARA implica el uso de métodos numéricos que permitan determinar los ángulos de rotación en cada articulación a partir de los pares o torques de entrada. Estas soluciones y simulaciones pueden desarrollarse con software como *Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>* en una computadora personal.

El uso de dispositivos tecnológicos como los celulares se ha incrementado de manera considerable y por ello deben ser vistos como una herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por tal motivo, se ha establecido una metodología para transferencia de datos entre *Matlab<sup>TM</sup>/Simulink<sup>TM</sup>* de una computadora personal con una aplicación cargada en un dispositivo Android como un celular.

La aplicación desarrollada ha operado de manera satisfactoria con resultados que facilitan el análisis del movimiento en el plano  $x-y$  del efector final y codo del robot manipulador SCARA a través de la solución de la cinemática directa. Sin embargo la suavidad de las líneas en los gráficos debe ser atendida en los trabajos futuros en relación con los tiempos de envío-recepción y tiempos de simulación.

En la educación actual de las áreas de la ingeniería como la robótica es imperativo el uso de las nuevas tecnologías de

# CICOM 2018

8° Congreso Internacional de computación México - Colombia

Octubre 11, 12 y 13 de 2018 Taxco, Guerrero, México

información y comunicación. Esta aplicación es una alternativa de estrategia de enseñanza-aprendizaje.

## REFERENCIAS

- [1] García-Peñalvo, F. J. y Colomo Palacios, R. (2015). Innovative teaching methods in Engineering. *International Journal of Engineering Education*. 31(3), 689-693.
- [2] Voglewede, P., Smith, A. H. y Monti, A. (2009). Dynamic Performance of a SCARA Robot Manipulator With Uncertainty Using Polynomial Chaos Theory. *IEEE Transactions on Robotics*. 25(1), 206 – 210.
- [3] Lewis, F., Dawson, D. y Abdallah, C. (2006). *Robot Manipulator Control, Theory and Practice*. Segunda edición. New York, USA; *Marcel Dekker Ink*. ISBN: 0-8247-4072-6.
- [4] Jazar, R. N. (2010). *Theory of applied robotics: kinematics, dynamics, and control*. New York, USA; Springer Science & Business Media.
- [5] Developers. (16-07-2018). *Conoce Android Studio, Android Developers*. [Online]. Obtenido de: <https://developer.android.com/studio/intro/?hl=es-419>.
- [6] EcuRed. (18-07-2018). *UDP - EcuRed*. [Online]. Obtenido de: <https://www.ecured.cu/UDP>.
- [7] Peranidze, G. (2016). *Android-MATLAB / Simulink interface Android-MATLAB / Simulink liides*. Tesis de Maestría. Tallin University of Technology.