ISSN 2462-9588

CICOM 2017

7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

Congreso Internacional de Computación Colombia - México

CICOM
MEMORIAS

Septiembre 28 2017

Primera edición
Periodicidad Anual
Editor: Maily Alejandra Quintero,
Lorena Morales.

Editorial: FABBECOR.ONG

COMITÉ EDITORIAL

CONSEJO EDITORIAL

Mg. Jorge Adelmo Hernández Pardo
Mg. Tomas Antonio Vázquez Arrieta
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.

Corrección de estilo

Maily Alejandra Quintero, Lorena Morales

Editorial

FABBECOR.ONG

CICOM 2017

7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

COMITÉ CIENTÍFICO CICOM 2015

Nombre	Universidad	País
PhD. José Alejandro López Pérez Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil. Artes Visuales. Docente de la Pontificia Universidad Javeriana	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
PhD. Marco Regalía 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
PhD. Ricardo Castaño Tamara Universidad Pedagógica Nacional. Facultad De Ciencias Sociales. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Mg. Tomas Vásquez Arrieta Universidad Pedagógica Nacional – U.P.N. Sociología Filosofía. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Mg. Rosendo López Universidad Pedagógica Nacional. Docencia de la Química. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
PhD. Gloria Castellazzi Universidad de Pavía, Italia. Bioingeniería y Bioinformática		Italia
PhD. Salvatore Cappadona Universidad de Milán, Italia. Bioingeniería. **Post-doc** Universidad de Utrecht, Holanda. Proteómica Computacional	Universidad de Utrecht	Holanda

PhD. Edgar Altamirano Carmona Centro de Investigación y Estudios Avanzados del instituto Politécnico Nacional México. Docente Universidad Autónoma de Guerrero, México.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
PhD. José Antonio Jerónimo Montes Universidad Nacional Autónoma de México Pedagogía, E-learning. Docente Universidad Nacional Autónoma de México.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Mg. José Mario Martínez Castro Universidad Autónoma de Guerrero, México. Computación. Docente Instituto Tecnológico de Chilpancingo.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
PhD. Juan Baltazar Cruz Ramírez 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
PhD. René Edmundo Cuevas Valencia Universidad Autónoma de Guerrero. Computación. Docente Universidad Autónoma de Guerrero. México.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
PhD. Felicidad Bonilla Gómez Ciencias de la Información. Universidad de la Laguna. Tenerife, Islas Canarias, España. Coordinadora General de la UAGro Virtual.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Mg. Valentín Álvarez Hilario. Maestría en Computación. Universidad Autónoma de Guerrero. Docente Universidad Autónoma de Guerrero	Universidad Autónoma de Guerrero	México

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN 9

INTELIGENCIA ARTIFICIAL 10

ÁRBOLES DE DECISIÓN EN LA PREDICCIÓN DE GANANCIA O PÉRDIDA DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO 10

LA INTELIGENCIA DEL MAÑANA 21

CONSTRUCCIÓN DE BASES DE CONOCIMIENTO 28

ANÁLISIS DE LA PATOLOGÍA DIABETES, APLICANDO ALGORITMOS DE MINERÍA DE DATOS 36

ENTRENAMIENTO SUPERVISADO EN LA DETECCIÓN DE ROSTROS 54

ALGORITMO DE ENJAMBRE DE HORMIGAS APLICADO AL PROBLEMA TSP - UN EJEMPLO 63

REDES NEURONALES PARA LA TRADUCCIÓN DE ESPAÑOL A IDIOMAS INDÍGENAS COLOMBIANOS 80

MINERÍA DE TEXTOS EN INGENIERÍA CENTRADA EN EL APRENDIZAJE COLABORATIVO COMO EXPERIENCIA EDUCATIVA 92

MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ESTRUCTURAS ANATÓMICAS CON BASE EN FUNCIONES IMPLÍCITAS 102

IMAGENES EMERGENTES V A MORFOLOG A MATEMATICA Y BACKTRACKING . 113

SISTEMA DE DETECCIÓN DE ARTRITIS REUMATOIDE UTILIZANDO VARIABLES DE PROCESO Y ALGORITMOS EN WEKA 124

ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LAS HERRAMIENTAS DE APRENDIZAJE DE MÁQUINA ACTUALES 134

APLICACIONES DE INFORMÁTICA 152

SABER GO: APP DE ENTRENAMIENTO PARA LAS PRUEBAS SABER 11, UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA 152

METODOLOGÍAYHERRAMIENTASOFTWAREBASADAENPYTHONPARA FAMILIARIZARAESTUDIANTESDEINGENIERÍACONELCONCEPTODE CAMPO ELÉCTRICO 169

STREAMING DE AUDIO COMO HERRAMIENTA PARA APOYAR LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS TECNOLÓGICOS 176

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE GOBERNABILIDAD TI EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR 188

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE PERSONNEL SELECTION WITH SOFT-COMPUTING TECHNIQUES 200

IMPLEMENTACIÓN DE LAS TIC EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA 213

RESTARANT: APLICACIÓN MÓVIL REALIDAD AUMENTADA ENFOCADA AL SECTOR GASTRONÓMICO 225

VIGHUB: HERRAMIENTA PROTOTIPO PARA EL APOYO DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN EL CAMPO DE DESARROLLO DEL SOFTWARE 234

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COLORIMETRÍA Y DILUCIÓN AUTOMÁTICA. 246

UNA VISTA A LOS HOLOGRAMAS Y SUS APLICACIONES 256

FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE UNA IES 269

MODELO DE INGRESO A UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLOGICO - SIMULADO A TRAVÉS DE DINAMICA DE SISTEMAS 297

IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA TIC PARA EL FOMENTO DEL AGROTURISMO Y TURISMO CULTURAL, PARA EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO EN LA VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ 310

APLICACION DE LAS TICS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA EL CONOCIMIENTO DE LAS MULTIPLES AREAS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS. 324

INGENIERÍA DE SOFTWARE 332

NUEVAS EXIGENCIAS PARA DESARROLLO DE SOFTWARE COLABORATIVO. 332

DESARROLLO DIRIGIDO POR MODELOS COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE SOFTWARE: EXPERIENCIA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA 338

SOFTWARE PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS GRADUADOS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA NODO NORTE 352

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA COMUNICAR UN CÓDIGO CON UNA BASE DE DATOS DE VALORES NUTRIMENTALES 368

APLICACIÓN MOVIL PARA GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE ESCUELAS MUNICIPALES DE MÚSICA 379

Diseño de un Sistema de Información Biométrico Dactilar (SIBID) Para el Control de Acceso a Espacios Físicos de la Universidad de la Amazonia 390

PROTOTIPO A SISTEMA RECOMENDADOR GAMIFICADO PARA ESCOGER LIBROS 403

APLICATIVO MÓVIL PARA SIMULAR EL EXAMEN DE ADMISIÓN A LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA – CAMINO A LA UDEA 413

ROBÓTICA Y COMUNICACIÓN 427

OPTIMIZACIÓN DE CONTROLADORES PI DISCRETOS UTILIZANDO ALGORITMOS PSO PARA LA REGULACIÓN DE VOLTAJE EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN 427

SISTEMA TELEMÁTICO PARA LA INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN VEHICULAR EN COLOMBIA 441

BIOMÉCANICA APLICADA A EXTREMIDADES SUPERIORES 454

MIGRACIÓN A LA NUBE: ASPECTOS RELEVANTES DE LA SEGURIDAD 461

SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS MÉDICOS BÁSICOS DE UN OXÍMETRO DE PULSO VÍA BLUETOOTH. 469

MODELAMIENTO DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BAJA PRESIÓN Y ANÁLISIS SU COMPORTAMIENTO FRENTE A DIFERENTES CARGAS, UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA EN MATLAB 480

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BLOQUEO DEL ENCENDIDO DE UNA MOTO POR NIVEL DE ALCOHOLEMIA EN EL CONDUCTOR, TENIENDO EN CUENTA TÈCNICAS DE MINERIA DE DATOS. 490

SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA DISEÑO DE SOFTWARE EN DISPOSITIVOS MÓVILES 496

ANÁLISIS DE LECTORES BIOMÉTRICOS DE HUELLA DACTILAR IMPLEMENTADOS EN UNA RASPBERRY PI 503

EL KINECT COMO ALTERNATIVA PARA LA RECONSTRUCCIÓN Y MODELADO 3D* 526

MODELO DE NEGOCIO DE COMERCIO ELECTRÓNICO EN PRODUCTOS LÁCTEOS PARA EL MUNICIPIO UBATÉ 536

EVALUACION Y OPTIMIZACIÓN DE CÓDIGO STENCIL 3D EN XEON PHI KNIGHTS LANDING 549

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE CONTROL IMPLEMENTADOS EN LAS ORGANIZACIONES EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS 563

SOFTWARE Y PEDAGOGÍA 570

USO PEDAGÓGICO DE LAS TIC PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA EN UN CURSO DE INGENIERÍA 570

PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE PROBABILIDAD MEDIADA POR UN OVA, ORIENTADA A UN COLEGIO RURAL DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ. 584

DESARROLLO DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE CON TIC PARA LA ENSEÑANZA DE LA EDUCACION ECONOMICA FINANCIERA EN ESTUDIANTES DEL GRADO SEXTO, EN EL COLEGIO COOPERATIVO REYES PATRIA, SOGAMOSO, BOYACÁ ... 594

HACIA EL ESTABLECIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE UN MODELO PARA EL DISEÑO DE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE 632

AULA VIRTUAL IMPLANTADA EN MOODLE COMO HERRAMIENTA PARA LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE, REGISTRO Y CONTROL ACADEMICO DEL COLEGIO COOPERATIVO DE TIMIZA 643

SSEE PARA DIAGNÓSTICO DE INTELIGENCIAS Y ESTILOS DE APRENDIZAJE 652

CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS COLOMBIANAS SIN EQUIPOS DE CÓMPUTO O INTERNET SEGÚN LA ENCUESTA EDUC DE EDUCACIÓN FORMAL DEL DANE. 659

VIDEOJUEGO EDUCATIVO LA PATRIA, ACERCAMIENTO A LA HISTORIA DE COLOMBIA. 666

PRESENTACIÓN

El Séptimo Congreso Internacional de Computación CICOM 2017 tiene como tema central: TICS, TENDENCIAS E IMPACTO EDUCATIVO

Sin duda, desde hace unas décadas, se viene innovando, investigando, implementando y reflexionando sobre las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; en concreto, sobre su impacto en casi todas las esferas de la vida del mundo contemporáneo: Economía, política, cultura, salud, seguridad, ciencia, arte, administración, negocios. Pero sobre todo es en la esfera de la educación, en donde encontramos uno de sus más significativos impactos, tanto que podríamos afirmar que después de las TICs la educación ya no es la misma, en el sentido de cómo se produce la información, cómo circula y cómo se accede a ella en nuestro tiempo presente.

Abordar los impactos de las TICs en la educación, en cualquiera de sus modalidades y niveles, lo mismo que las diferentes tendencias y paradigmas desde las cuales se han estudiado y puesto en marcha, brinda la posibilidad de examinar qué se ha hecho, qué se está haciendo, pero ante todo, qué se podría hacer en este campo para enriquecer la educación de nuestros pueblos.

A partir de las anteriores consideraciones, CICOM 2017 a realizarse en Bogotá, Colombia, durante los días 28, 29 y 30 de septiembre de 2017, estará dedicado al tema de las TICs, sus tendencias y sus impactos en la educación. Se pretende con ello que nuestro congreso brinde un amplio espacio para mostrar avances, innovaciones, experiencias, implementaciones y reflexiones sobre este importante tema para las sociedades y, en particular para los sistemas educativos.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ÁRBOLES DE DECISIÓN EN LA PREDICCIÓN DE GANANCIA O PÉRDIDA DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO

Caso Estudio Compañía Corredora de Reaseguro

ANGELA VARGAS CARRILLO
Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá Colombia
lavargasc@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

El propósito del presente artículo es construir un modelo predictivo basado en arboles de decisión, que permitirá predecir, sí una oportunidad de negocio, que llega a una compañía corredora de reaseguro, se pierde o se gana. De igual forma obtener reglas de decisión que puedan optimizar el proceso interno de la compañía, de tal forma que se reduzca el porcentaje de pérdida de negocios y se aumente el índice de retención de clientes.

PALABRAS CLAVES

Reinsurance, Policy, Risk, Cedant, Insurer, Coverage, Type, Decision Trees.

ABSTRACT

The purpose of this article is to build a predictive model based on decision tress, which will allow to predict, if a business opportunity that arrives to a reinsurance brokerage firm can be won or lost.
In the same manner to obtain decision rules which can optimize the internal process of the company, in such a way as to reduce the percentage of loss of business and increase customer´s retention rate.

KEYWORDS

Reinsurance, Policy, Risk, Cedant, Insurer, Coverage, Type, Decision Trees.

1. INTRODUCCIÓN

El porcentaje de perdida de negocios es bastante elevado en comparación con las oportunidades que llegan a concretarse en la compañía corredora de reaseguro caso estudio; de allí la importancia de aplicar un algoritmo de minería de datos, específicamente arboles de decisión de tal forma que se pueda predecir si una oportunidad recibida llegara a concretarse, o por el contrario se perderá. Así mismo es importante la extracción de reglas de decisión, pensando en un posterior análisis que permita a la compañía aumentar el porcentaje de hit ratio (tasa de impacto), incrementando paralelamente el índice de retención de clientes, teniendo en cuenta que: la retención de clientes se basa en la premisa básica de que un cambio a favor o en contra puede hacer la diferencia entre utilidad y pérdida. [1]
El artículo se estructura bajo la línea de la metodología de minería de datos *Knowledge Discovery in Databases* ***(KDD).*** Es una metodología propuesta por Fayyad [3] en 1996, propone 5 fases: selección, pre-procesamiento, transformación, minería de datos y evaluación e implantación. Es un proceso iterativo e interactivo. [2]
Iniciamos entonces con un análisis del estudio de dominio en donde se hará la selección de los datos a analizar, continuaremos con las fases de preparación y transformación de datos, para realizar posteriormente la aplicación del algoritmo de árboles de decisión; finalizaremos con el análisis de las pruebas y resultados.

2. ESTUDIO DE DOMINIO

2.1 Caso Estudio

Las compañías corredoras de reaseguro surgen de la necesidad de reasegurar los seguros, definiendo técnicamente el termino reaseguro según el Diccionario de Oxford: “una renovación o segundo seguro, específicamente uno donde un asegurador o tomador de riesgo (underwriter) se asegura a sí mismo (total o parcialmente) sobre el riesgo que el mismo ha suscrito”. [3]

Esta dinámica permite blindar las finanzas de las compañías aseguradoras (cedentes) distribuyendo grandes volúmenes de riesgo entre varias carteras y pólizas dentro del mercado reasegurador. Finalmente, el reaseguro también es de utilidad para el asegurado, pues a pesar de no existir nexo directo entre este y el reasegurador, en virtud de él se mitiga el riesgo de insolvencia del asegurador, que contará con una fuente específica de fondos para cubrir los siniestros que afecten las pólizas directas. [4]

2.2 Objetivo Estudio

Determinar a través de la aplicación de árboles de decisión, un patrón en las oportunidades recibidas por la compañía corredora de reaseguro caso estudio, de tal forma que se pueda predecir si se ganara o perderá una oportunidad.

2.3 Consideraciones

a) Se analizaran las oportunidades de negocio generadas en el periodo comprendido Junio 2007- Junio 2017.
b) La compañía caso estudio tiene presencia en Colombia y Perú.
c) Las oportunidades de negocio llegan a la compañía a través de la gerencia comercial.
d) Existe un segmento de las oportunidades recibidas, que se encuentran en proceso; en este caso no se ha determinado si se ganara o perderá dicha oportunidad

3. PREPARACIÓN DE DATOS

3.1 Recolección e Integración de Datos

La muestra tiene una totalidad de 9.354 registros, estos datos se obtienen de diferentes tablas de una base de datos en Oracle. El primer problema a la hora de realizar una integración de distintas fuentes de datos es identificar los objetos, es decir, conseguir que datos sobre el mismo objeto se unifiquen y datos de diferentes objetos permanezcan separados. [5] Se realiza la unificación de estas fuentes a través de un script (archivo de ordenes) en *Hypertext Preprocessor* ***(PHP)*** que nos permite generar un archivo de Excel con los siguientes atributos.

Tabla 1: Atributos Iniciales

Riesgo
Ramo
Cedente
Moneda
País
Oficina
Siniestros
Días Vigencia
Tipo Negocio
Clase

3.1.1. Variables Cualitativas

- Asegurado: Nombre riesgo
- Cedente: Nombre compañía aseguradora
- Ramo: Clasificación cobertura del riesgo asegurado
- País: País ubicación riesgo asegurado
- Oficina: Oficina manejo negocio

- Tipo Negocio: Clasificación Negocio: Nuevo (Cuenta que nunca se ha ganado), Renovado (Cuenta previamente ganada), Prospecto (Cuenta Proyecto a largo plazo)
- Clase: Clase a Predecir (Perdido - Ganado)

3.1.2. Variables Cuantitativas

- Días Vigencia: Días cobertura riesgo
- Numero Siniestros: Número reclamaciones riesgo asegurado (El número de siniestros se calcula para la cuenta es decir la agrupación de asegurado, ramo y cedente).

3.2 Datos Faltantes

Una parte importante en la limpieza y procesamiento de los datos que usaremos para hacer nuestros análisis, consiste en detectar si hay datos faltantes y si éstos faltan al azar o siguen un patrón determinado.

En el primer caso podemos tomar la decisión de imputar esos valores, pero en el segundo caso la situación es definitivamente delicada. Si los datos faltan siguiendo un patrón tendremos que determinar el impacto de esa situación en el análisis que realizaremos. [6]

Una vez realizada la etapa de recolección e integración de datos, se puede observar datos faltantes, para el atributo cedente. Se recurre a la opinión del experto quien determina el descarte de 6 registros que poseen este campo vació. Con esta nueva muestra de 9.348 registros se realiza un análisis de datos faltantes utilizando las herramientas SPSS y R, evidenciando de acuerdo con las barras rojas de la parte superior en la figura 1, que la mayor cantidad de datos faltantes están en los atributos cuantitativos Moneda y País y en un mayor porcentaje para el atributo cuantitativo Días.

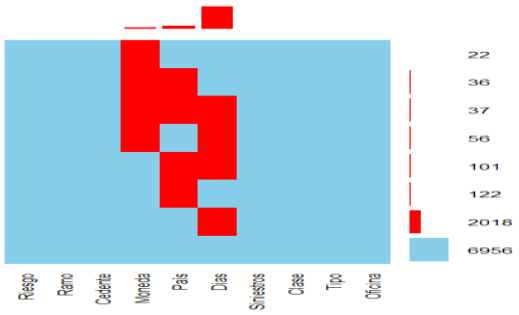


Figura 1**:** Diagrama Datos Faltantes

En cifras estadísticas los datos faltantes se resumen en la tabla 2.

Tabla 2: Estadística Datos Faltantes

	N	Recuentos Perdidos	% Perdidos
Moneda	9197	151	1,61
País	9052	296	3,16
Días	6345	2212	23,6

4. TRANSFORMACIÓN DE DATOS

4.1. Remplazo valores faltantes

Para el remplazo de datos faltantes en las variables cualitativas utilizamos la herramienta XLSTAT donde realizamos imputación de valores de Hot Deck: Vecino más cercano. Es un procedimiento no paramétrico basado en la suposición de que los individuos cercanos en un mismo espacio tienen características similares. Es un método de imputación determinístico. Para aplicarlo se requiere definir una medida de distancia. [7].

En el caso de la variable Días de tipo cuantitativo se realice remplazo por interpolación lineal en SPSS, luego de realizar pruebas con imputación por media, o por vecino más cercano. La idea de la interpolación es poder estimar f(x) para un x arbitrario, a partir del a construcción de una curva o superficie que une los puntos donde se han realizado las mediciones y cuyo valor si es conocido. [8]

4.2. Reducción de Atributos

La alta dimensionalidad es, muchas veces, un gran problema a la hora de aprender de los datos. Si tenemos muchas dimensiones (atributos) respecto a la cantidad de instancias o ejemplos, nos encontramos con una situación poco deseable al existir tantos grados de libertad, los patrones extraídos pueden ser caprichosos y poco robustos. [5]

Continuando con el proceso de transformación de datos y una vez se ha resuelto el problema de datos faltantes, se realiza una reducción de atributos en Weka que nos genera los siguientes atributos resultantes: Cedente, Número Siniestros y Días Vigencia para la clase a predecir Ganado o Perdido, obteniendo un porcentaje correcto de instancias clasificadas del 80 %.

4.3. Discretización

La discretización, o cuantización (también llamada "binning") es la conversión de un valor numérico en un valor nominal ordenado (que representa un intervalo o "bin"). Se hace necesario discretizar las variables continuas Siniestros y Días, para realizar el proceso de minería de datos con árboles de decisión, cuando tenemos algunos atributos nominales y otros numéricos, y queremos que todos sean nominales para, por ejemplo, establecer reglas de asociación. [5] Este proceso lo realizamos con Weka con una precisión de 0 y se muestra en las tablas 3 y 4.

Tabla 3: Discretización Siniestros

No.	Etiqueta	Contador	Peso
1	(-inf – 0,5)	7879	7879,0
2	(0,5 – inf)	1469	1469,0

Tabla 4: Discretización Días

No.	Etiqueta	Contador	Peso
1	(-inf – 16)	28	28,0
2	(16 – 365)	496	496,0
3	(365 – 381)	6183	6183,0
4	(381 – 383)	2216	2216,0
5	(383 – 2009)	409	409,0
6	(2009 – inf)	16	16,0

MINERÍA DE DATOS

La tarea de aprendizaje para la cual los arboles de decisión se adecuan mejor es la clasificación, De hecho, clasificar es determinar entre varias clases a que clase pertenece un objeto; la estructura de condición y ramificación de un árbol de decisión es idónea para este problema. La característica más importante del problema de la clasificación es que se asume que las clases son disjuntas, es decir, una instancia es de clase a o de la clase b, pero no puede ser al mismo tiempo de las clases *a* y *b*. [5]

Para este problema de predicción utilizaremos arboles de decisión con crecimiento *Chi-square Automatic Interaction Detector* ***(CHAID)***. El modelo CHAID (Detector Automático de Interacción Chi-cuadrado) es un método exploratorio del análisis de datos usado para estudiar las relaciones entre una variable dependiente y una serie grande de variables predictoras. CHAID selecciona un sistema de predictores y de sus interacciones que predicen óptimamente la medida de la variable dependiente. [9]

El modelo desarrolla un árbol de clasificación (ver figura 2) con los "perfiles más importantes" formados por las variables independientes diferenciado los criterios de una variable dependiente. [9]

Analizamos los nodos de mayor significancia de un árbol de 20 nodos con una profundidad de 3 hojas, en la predicción de Negocios Ganado y Perdido (Modelado realizado en SPSS), que tienen las estadísticas mostradas en las tablas 5 y 6.

El Nodo con el valor más alto para la predicción de perdidos es el

6 con un porcentaje de 94,2 %.

Tabla 5: Nodo 6

Categoría	%	n
Ganado	5,8	4
Perdido	94,2	65
Total	0,7	69

El Nodo con el valor más alto para la predicción de ganados es el **7** con un porcentaje de 89,9 %.

Tabla 6: Nodo 7

Categoría	%	n
Ganado	89,9	193
Perdido	13,1	29
Total	2,4	222

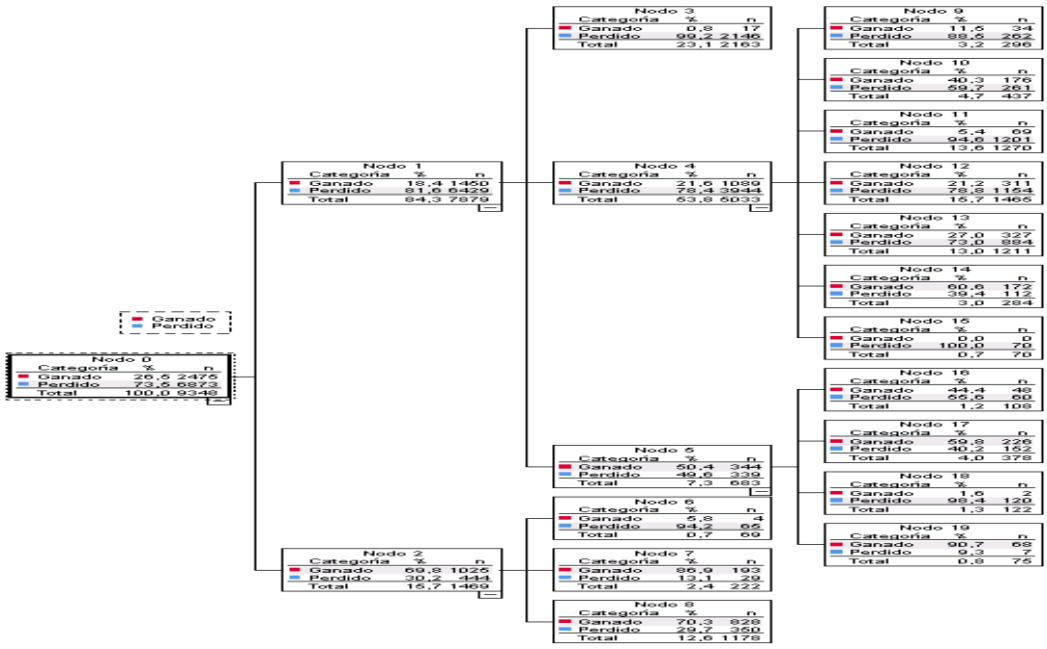


Figura 2: **árbol de decisión**

Se extraen las siguientes reglas de decisión en estos dos nodos:

```
/*  Node 6  */
DO IF (Siniestros EQ "(1-inf)")  AND  (Dias
EQ "(381-383]").       COMPUTE nod_001
= 6.
COMPUTE  pre_001 ="Perdido".
COMPUTE prb_001 = 0.942029 .
END IF.
EXECUTE.
```

```
/* Node 7 */
DO IF (Siniestros EQ "(1-inf)")  AND  (Dias
EQ "(16-365]" OR Dias EQ "(383-2009]").
COMPUTE nod_001 = 7.
COMPUTE pre_001 = "Ganado".
COMPUTE prb_001 = $0.869369.
END IF.
EXECUTE.
```

VALIDACIÓN - ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para realizar la validación del modelo inducido con todos los datos de entrenamiento, se aplica la técnica de las matrices de confusión, o también la tabla de contingencia que muestran el tipo de las predicciones

correctas e incorrectas cuando se aplica el modelo sobre el conjunto de prueba. La matriz de confusión ayuda a conocerla bondad del modelo para predecir y también para descubrir en qué casos se producen errores. [10]

6.1. Validación Cruzada

Un mecanismo que permite reducir la dependencia del experimento en el modo en el cual se realiza la partición, es utilizar la validación cruzada (cross-validation). Este método, consiste en dividir el conjunto de la evidencia en k subconjuntos disjuntos de similar tamaño. Entonces, se aprende una hipótesis utilizando el conjunto formado por la unión de k-1 subconjuntos y el subconjunto restante se emplea para calcular un error de muestra parcial. [5]

La validación cruzada divide la muestra en un número de submuestras y, a continuación, se generan los modelos de árbol. [11]

Tabla 7: Riesgo Validación Cruzada

Método	Estimación	Desv. Error
Resustitución	,175	,004
Validación Cruzada	,192	,004

Tabla 8: Clasificación Validación Cruzada

	Pronosticado		
Observado	Ganado	Perdido	% Correcto
Ganado	1487	988	60,1%
Perdido	650	6223	90,5%
Porcentaje Global	22,9%	77,1%	82,5%

De acuerdo a los resultados de la validación cruzada, se puede establecer que el modelo clasifica de forma correcta, aproximadamente, al 82,5 % de la muestra en general. Se predicen en un porcentaje más alto negocios perdidos, pero es importante resaltar que el porcentaje para ganados es superior al 50 %, lo que para nuestro estudio es una significancia bastante alta.

6.2. Validación Por División Muestral

El modelo se genera utilizando una muestra de entrenamiento y después pone a prueba ese modelo con una muestra de reserva. [11]

El resultado de esta validación respalda los resultados presentados en la validación cruzada, si tenemos en cuenta el porcentaje global en el subconjunto de pruebas es de 80,3 % con un error típico de 0,006.

Los valores estadísticos de la validación por División muestral en la muestra de comprobación se presentan en la tabla 10.

Tabla 9: Riesgo Validación División Muestral

Muestra	Estimación	Desv. Error
Entrenamiento	,199	,006
Prueba	,197	,006

Tabla 10: Clasificación Validación División Muestral

		Pronosticado		
Muestra	Observado	Ganado	Perdido	% Correcto
Entrenamiento	Ganado	743	525	58,6 %
	Pedido	427	3080	87,8 %
	% Global	24,5 %	75,5 %	80,1 %
Prueba	Ganado	719	488	59,6 %
	Perdido	411	2955	87,8 %
	% Global	24,7 %	75,3 %	80,3 %

7. CONCLUSIONES

Se confirma (afirmación a-priori) con el modelo; la importancia del atributo, Número Siniestros como variable predictora si se habla de pérdida o ganancia de una oportunidad de negocio, cuanto más cercano sea este valor a 0, mayor será la probabilidad de ganar el negocio.

Los negocios con un periodo de cobertura mayor a 383 días tienen una probabilidad más alta de ser ganados.

Aunque se utilizó una variable categórica con un espectro de posibilidades bastante amplio; se obtiene un modelo de vital importancia, si se busca fortalecer las relaciones comerciales con las compañías Cedentes, aumentando el índice de retención del cliente, se podrán analizar las reglas obtenidas en la totalidad de los nodos y centrarse en aquellos bien sea donde se tiene el porcentaje de perdidos más alto o por el contrario el de ganados; este enfoque dependería directamente de la política comercial de la compañía y como quiera atacar el mercado.

Se puede concluir finalmente, que el modelo tiene un alto porcentaje de éxito en la clasificación, si lo que se quiere predecir es el valor para la clase de Perdido.

8. TRABAJOS FUTUROS

Refinar el modelo, buscando aumentar el porcentaje de predicción de Ganados para la clase; se podría pensar en un nuevo análisis únicamente utilizando los atributos cuantitativos siniestros y días.

REFERENCIAS

[1] Miguel Macías Rodríguez. Técnicas de minería de datos para la retención de clientes en el sector asegurador. Reporte técnico, Comisión nacional de Seguros y Finanzas, MX, 2008.
[2] Elizabeth León Guzmán. Módulo minería de datos diplomado
[3] Diccionario Oxford. 2016
[4] Galvis Sonia. Aspectos teóricos del reaseguro en Colombia. Reporte técnico, 2011.
[5] César Ferri Ramírez, José Hernández Orallo, Mª José Ramírez Quintana. Introducción a la Minería de Datos. PEARSON Prentice Hall, 2004.
[6] Déborah Otero García. Imputación de datos faltantes en un sistema de información sobre conductas de riesgo. Reporte técnico, Universidad de Coruña, ESP, 2011.
[7] Prieto G. Capitulo 4, interpolación.
[8] Jorge Del Río. Introducción a SPSS Árboles de clasificación. Reporte técnico, IBM.
[9] Johany Armando Carreño Gamboa. Descubrimiento de conocimiento en los negocios.
[10] Ruth Vilá Baños Vanesa Berlanga Silvente, María José Rubio Hurtado. Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS. 2013.
[11] Beatriz Valdez. Datos faltantes. Diagnostico, 2015.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

LA INTELIGENCIA DEL MAÑANA

TORRES SOLER LUIS CARLOS
e-mail: lctorress@gmail.com

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina que enfoca su estudio en el desarrollo de sistemas inteligentes. Los computadores si llegan a poseer inteligencia de igual nivel o superior que el ser humano traerían repercusiones en la vida social y laboral del ser humano. La IA avanza a grandes pasos, existe buen número de sistemas computacionales que aprenden conceptos, teorías y realizan diferentes tareas con mayor eficiencia que el ser humano. En pocas palabras, la IA con el propósito de construir máquinas que logren realizar lo que el ser humano hace: razonar, reflexionar y solucionar problemas complejos, entre otros, empleando conocimiento; hoy día, ayudan al ser humano en la toma de decisiones, aunque las máquinas aun no distingan entre dato, información y conocimiento; por tanto, no determinan cuál es la mejor opción frente alguna situación compleja.

PALABRAS CLAVES

Artificial, compleja, inteligencia, ventajas.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is a discipline that studies the development of intelligent systems. Computers if they possess the same level or higher than human intelligence would bring repercussions in the social and working life of the human being. AI moves to great strides, there are good computer systems that learn concepts, theories and perform different tasks with greater efficiency than the human being. In a nutshell, the IA in order to build machines that can perform what man makes: reasoning, thinking, and solve complex problems, among others, using knowledge; Today, they help to human in the decision-making, but machines still do not distinguish between data, information and knowledge; Therefore, we do not determine which is the best option front any complex situation.

KEYWORDS:

Advantages, artificial, complex, intelligence.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) desde sus inicios hacia la década de 1960 pretende construir sistemas que realicen lo que hacen mejor hacen los seres humanos hoy día: decidir, seleccionar, planear, aprender. Para ello, desarrolla diferentes mecanismos entre los que se encuentran robots con características muy similares a los seres humanos: conversan, solucionan problemas complejos, realizan tareas de riesgo y tienen forma de

humanos; también software para emular diferentes procesos cognitivos. Minsky[1] dice "Los computadores son mejores que nosotros, con mayores cualidades y menos limitaciones; será la siguiente etapa en la evolución de la vida en la tierra..." [1987].

La IA está por suceder, pero su desarrollo genera muchos interrogantes, ¿serán los robots gobernantes en la Tierra?, ¿se podrá emplear algún dispositivo para mejorar la inteligencia del ser humano? Sobre todo, por los desarrollos tecnológicos y científicos que suceden día a día y que conducen al ser humano a emplearlos en diferentes tareas de su diario vivir; sin embargo, la mente del ser humano evoluciona aunque más lentamente; y hoy se percibe que pierde capacidades a raíz de su dependencia de la tecnología. Por tanto, debe reflexionarse en las ventajas y desventajas de los desarrollos tecnológicos, en particular de la inteligencia artificial.

Este escrito presenta reflexiones en torno a qué sucederá en un mañana si las máquinas llegasen a tener inteligencia; pues se piensa que con ella podrán tomar grandes decisiones, entre otras, podrían gobernar a los seres humanos; lo cual es la intención de unas pocas personas que luchan por el poder; aunque ¿cómo se programaría una máquina para que decida mandar, ordenar, supervisar?

Lo que hacen las máquinas en algo complejo de explicar para la mayoría de las personas, no por ello no se hará en estas líneas, sino porque no es la intención. Solamente presentar reflexiones en torno a lo observado en la realidad y lo que podría suceder en un futuro cuando la inteligencia artificial esté presente en las máquinas, que de seguro harán muchas tareas que realiza hoy el ser humano.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

¿Qué es la inteligencia? Es la capacidad que posee el ser humano para evaluar diferentes situaciones y resolver los problemas [Benítez, Escudero, Kanaan & Masip, 2014]. Donde la evaluación conduce a reflexionar e inferir sobre cuáles son las mejores decisiones, y para las máquinas esto es aún imposibles, lo que hacen es ejecutar unas instrucciones que el diseñador determina para realizar unas operaciones consideradas necesarias en la solución de una tarea; en pocas palabras, se emula la inteligencia, pero las máquinas por ahora no evalúan. Varios mecanismos desarrollados muestran que las máquinas realizan procesos de toma de decisiones; sin embargo, es la capacidad del diseñador para construir algoritmos sofisticados en que ellas pueden considerar distintas alternativas [Lahoz-Beltra, 2010], a partir de considerar métodos o el conocimiento que está almacenado en las bases de conocimientos. Las máquinas no son las que deciden, falta camino para que lo hagan [Nilson, 2000]. En particular no realizan ningún proceso cognitivo; no evalúan ni reflexionan, tampoco observan ni son curiosas o creativas.

Se sabe que la inteligencia y la creatividad del ser humano ha permitido pensar en variados mecanismos que se desarrollan para realizar tareas en diferentes contextos; desarrollando tecnología, conceptos y teorías que complementan la ciencia, que ayudan a revalorar, de cierta forma, la búsqueda de elementos para tener algún día la inteligencia artificial, sus teorías y métodos para su estudio, asimilación y prospección [Boden, 2009].

La inteligencia es una capacidad del ser humano, como otras tantas, desarrollable, aunque en ciertos contextos se coarta. El problema radica en no tener conocimiento de qué áreas del cerebro se desarrollan más o qué procesos cognitivos mejoran cuando se percibe un actuar inteligente de una persona. La inteligencia se asimila al desarrollo de ciertas partes del cerebro, pero no existe un estudio amplio que pueda corroborarse en

[1] Minsky: Científico estadounidense considerado uno de los padres de las ciencias de la computación y cofundador del laboratorio de inteligencia artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts o MIT.

diferentes contextos, para lo cual se toman ejemplos particulares, en especial el estudio de algunos cerebros de personas consideradas como genios.

Se define inteligencia artificial como "la disciplina que emula el racionamiento humano con el objeto de que una máquina desarrolle tareas como lo hace un ser humano" [Russel & Norvig, 2004]. También es "La disciplina que desarrolla diferentes mecanismos buscando emular la inteligencia del ser humano en las máquinas" [Garzón & Torres, 2012]. La inteligencia artificial es la ciencia del diseño de máquinas que realizan tareas que normalmente se asocian con la inteligencia [Rich, Knight, 2001].

En la construcción de robots y sistemas inteligentes, esos mecanismos son un conjunto de algoritmos sofisticados que acceden a una base de conocimientos para tomar de allí las reglas de inferencia que sean más acordes para dar una respuesta acertada, algoritmos que solucionan problemas de cierta complejidad, considerando diferentes facetas y alternativas como lo hace el ser humano cuando emplea su inteligencia.

La idea de la inteligencia artificial es que las máquinas piensen y actúen como lo hace el ser humano; que sean apoyo para realizar labores de riesgo; que muestren inteligencia al momento de decidir cuál es la mejor estrategia, qué beneficios trae, cuáles son los riesgos y qué camino se debe seguir [García, 2012].

En este siglo XXI, en la sociedad del conocimiento, para el desarrollo de la inteligencia artificial se desarrollan diferentes tecnologías, a partir de construir herramientas que permitan cumplir la idea de que las máquinas sean inteligentes. Y no se pone en duda que el desarrollo científico-tecnológico avanza a velocidades mayores de las pensadas; además, se evidencia en todas las áreas del saber y en todos los campos en que el ser humano desarrolla actividades. Y aunque la inteligencia artificial no es visible para la mayoría de personas, existen suficientes avances para pensar que pronto se podría tener.

Sin embargo, para esto, debe la máquina mediante su software, cumplir con la tesis de Turing: "¿Existirá inteligencia artificial cuando un ser humano no pueda distinguir la realización de una tarea por un ser humano o por un programa de computador?"[2] [Mathivet, 2015].

El desarrollo de teorías y paradigmas que se publican en congresos, ensayos y textos, hoy día, a los cuales se accede por las herramientas que facilitan las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), permiten determinar los diferentes avances, las áreas en las cuales se trabaja y las tareas que se realizan a fin de poder obtener la inteligencia artificial. Todo esto porque existen institutos cuyo fin es que las personas desarrollan diferentes elementos a partir de aprender cómo son los procesos del cerebro, de qué forma se es más inteligente y cuál es el proceso que conduce a generar nuevo conocimiento.

Entonces, para cumplir los propósitos de desarrollar la inteligencia en las máquinas, se mejoran componentes de la computación: hardware y software; buscando mayor capacidad y velocidad de procesamiento, y construyendo sistemas con capacidad de aprender, de adaptarse a condiciones variantes en el entorno, que clasifiquen una gran colección de datos, que reflexionen como lo hace el ser humano, que distingan entre lo bueno y lo malo; por tanto, de antemano determinen si los resultados que emiten son correctos o tienen errores [Mathivet, 2015]; sin embargo, si llegan a tener todas las capacidades del ser humano, también deberían cometer errores, ¿cómo se les programa para que los cometan?

El primer campo en que se desarrolló la IA fue la construcción de sistemas para expertos, llamados hoy día sistemas basados en conocimiento, los cuales pueden almacenar, procesar y generar nuevo conocimiento. También se desarrollan redes neuronales artificiales, algoritmos genéticos, programas evolutivos o programas que aprenden a aprender; estos sistemas (software) simulan realizar muy bien diferentes tareas, dados los sofisticados algoritmos que un diseñador construye [Martínez, 2012].

La IA forma parte de la vida moderna. El desarrollo de la computación busca cumplir con los propósitos de que las máquinas tengan inteligencia, se incluye en ellas módulos que pueden reconocer el habla, la cual pueden pasar a un documento para que se lea posteriormente; también existen aquellas que responden con

[2] Turing, matemático inglés, gran desarrollador de características para que el computador tuviese inteligencia.

voz. Existen los sistemas de visión, oído, olfato, gusto, tacto artificial, que son procesos para comprender distintos fenómenos en la realidad; por ejemplo, servir de catadores de vino o café; sin embargo, los desarrollos tecnológicos conduce a que diferentes sistemas puedan realizar acciones sencillas como caminar, tener equilibrio, ser chef o barman, ser recepcionistas; algunos realizar acciones complejas como entablar una comunicación [Vilarroya, 2011].

De ahí que la IA traiga consigo distintos resultados hacia un futuro, aunque existe incertidumbre sobre las posibles capacidades que podría tener un computador. Kurzweil[3] destaca que a finales del siglo XXI se empleará la inteligencia de la máquina en forma combinada con el pensamiento humano, lo que ayudaría a un mejor desarrollo de la inteligencia natural y la artificial, aquella porque empleará a esta para mejorar las capacidades cognitivas [Vilarroya, 2011], y esta porque en la medida que el ser humano centre su interés en emplear mejor su inteligencia, podrá realizar mejores mecanismos para llegar a tener esa inteligencia en las máquinas; sin embargo, el ser humano es inteligente y creativo para conceptuar lo referente a cantidades cualitativas, acción que a la máquina aún le es difícil pese a los algoritmos sofisticados con que pueda contar. La inteligencia se complementa con la creatividad de las personas, y esta es una cualidad del ser humano que no es sencillo de plasmar en un algoritmo [Tiberius, 2016].

Como ventaja de la IA, fuera de ser un camino factible que lleva a mejorar la inteligencia del ser humano, es que se han conocido diferentes aspectos de los procesos en el cerebro humano, para luego plasmarlos en la máquina con miras a un futuro promisorio, pero como desventaja estaría en que la inteligencia de la máquina podría ser muy superior a la del ser humano, que llevaría a que el ser humano deje cantidad de tareas para la máquina y en él ocurra una pereza intelectual que lo llevaría a desmejorar sus capacidades [Vilarroya, 2011]; sin embargo, aunque muchos son los desarrollos logrados, se vislumbra que ese futuro en que la máquina tenga inteligencia está aún lejano.

Desde luego, el posible desarrollo de la IA vendrá de países que apoyan el desarrollo científico, ya que el tema tecnológico no está en las políticas del gobierno en Colombia, por tanto, no se proveen recursos económicos que apoye el desarrollo de la ciencia, que se construya bases de conocimientos que ayuden a almacenar los adelantos que se hacen [Garzón & Torres, 2012a]; además que las diversas universidades e institutos deberían contar con infraestructura para ese desarrollo. Pese a que se promulga por el Estado, buscar que la educación tenga mayor calidad. Son muchas las razones que se tienen para considerar limitaciones en la educación que conducen a estar muy atrás en el ranking mundial. En pocas palabras, para la IA no se augura un buen camino en el país, como tampoco en los países en vías de desarrollo.

Se puede afirmar que para cumplir con el propósito de desarrollar inteligencia artificial, se requiere de amplio conocimiento sobre los procesos del cerebro; determinar lo que el ser humano hace de manera eficiente y cómo lo hace, cuál es la lógica de pensamiento que emplea, qué otros procesos del cerebro se interrelacionan, en particular para hallar solución a problemas complejos, no solo los de sus diario actuar o las actividades de rutina. Hoy es inteligente tomar conciencia plena de ser capaces de hacer el mañana artificialmente.

RAZONES DEL ESTUDIO DE LA IA

Una de las grandes razones por las cuales se estudia el desarrollo de la IA, es aprender más acerca del cerebro, sus procesos, cómo memoriza y cómo olvida, cómo recupera el conocimiento que guarda y cómo lo

[3] Kurzweil: Experto en Inteligencia Artificial, se le denomina el Cybernostradamus, a raíz de que diferentes predicciones tecnológicas han resultado acertadas.

gestiona, entre muchas cosas más. Distintas disciplinas se centran en conceptuar sobre la inteligencia humana; sin embargo, aunque no se ha llegado a tener una concepción universal, permite conocer más a fondo cómo se aprende, se reflexiona, se razona, se diferencia [Tiberios, 2016]. Las disciplinas son variadas: psicología, filosofía, neurociencias, teniéndose un global de ciencias cognitivas en las que se incluye la inteligencia artificial [Vilarroya, 2011].

El estudio de la inteligencia es campo de acción de diferentes personas desde épocas antiguas. Desde antes de Cristo, los filósofos han encaminado sus esfuerzos para comprender qué es y cómo se puede potenciar, además, aclarar aspectos de porqué a unos se les facilita más unas áreas que otras, en particular cómo comprender y resolver los problemas. Según McCarthy[4], la inteligencia es la "capacidad que tiene el ser humano de adaptarse eficazmente al cambio de circunstancias mediante el uso de información sobre esos cambios" [1980], pero es una concepción amplia ya que puede deducirse que todos los seres vivos son inteligentes; además, el sistema inmunológico del cuerpo humanó resultaría inteligente pues toma diferente información de diferentes células para adaptarse a los diferentes cambios que ocurren en él.

Pero en lo académico, es fundamental trasmitir varios aspectos para la inteligencia artificial, en diferentes carreras de ingeniería, que debe concatenarse con la teoría societal de la mente que plantea Minsky [1987], pues para él, cada mente humana realiza sus acciones o procesos mentales según lo que hagan otras mentes en el entorno; es decir, la mente sigue lo que define la cultura, el entorno. La teoría de la mente societal indica que las mentes conversan entre sí, combinando sus respectivas habilidades con el fin de resolver distintos y complejos problemas; un ejemplo de ello son las hormigas o las abejas.

Los seres humanos consideran que el computador es la máquina más perfecta que jamás se haya construido, nunca se equivoca, pero la mente humana es el computador aún más perfecto.

REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y PENSAMIENTO

Vale la pena preguntar por qué existe amplio interés en conocer lo que hace la mente, qué tan válida es una u otra teoría sobre el funcionamiento de ella, y cómo se emplea para desarrollar mecanismos que faciliten la IA. Se desarrollan, como se ha indicado, distintos mecanismos, entre los cuales están las llamadas Redes Neuronales Artificiales (RNA), que emulan el funcionamiento del cerebro para aprender, por lo menos eso se cree. Su construcción permite visualizar que las máquinas son inteligentes, a la vez que se plasman ciertos aspectos de la estructura del cerebro humano, la formación de la conciencia, cómo razona, reflexiona, piensa, aprende, [Quintana, 2013].

Hasta ahora, se conocen ciertos aspectos de cómo se razona, considerando aspectos formales de cómo encadenar diferentes premisas para generar una inferencia. Aún falta por determinar cuál sería la lógica que se emplea en ciertas acciones, pues no siempre se sigue un pensar racional, dado que no se entiende cómo generó una respuesta novedosa. Es decir, entra en acción la cualidad de ser creativo en la que se generan ideas originales, que es complemento de la inteligencia, aunque no es necesaria en todo momento. Las neuronas que se poseen son pequeñas unidades de proceso de los estímulos para dar respuesta a través de una red que conforma y que origina el pensamiento; pero ya en lo artificial ese resultado son datos que se generan mediante un aprendizaje basado en casos. Sobre el pensamiento se trabaja mucho en neurobiología.

¿Cuál es la base del pensamiento? ¿Se requiere algún modelo de pensamiento para obtener la inteligencia artificial? Podría ser, se elaboran diferentes modelos, algunos de los cuales simplemente determinan reacción

[4] John McCarthy recibió el Premio Turing en 1971 por sus importantes contribuciones en el campo de la IA. De hecho, se le atribuye la autoría de introducir este término en la conferencia de Dartmouth.

ante los estímulos y el tipo de proceso que se diseña. Para el caso, durante todo el día se clasifican cosas; lo que se percibe e identifica con respecto al conocimiento que se tiene o que se adquiere de momento. Se realizar modelos o patrones que emulen el pensamiento, idea grande; sin embargo, al no saber aún qué es el pensamiento, se cuestiona qué tan válidos son esos modelos, cómo mejorarlos para que la máquina realice una u otra conducta [Álvarez, 2013]. Cuando se conocen aspectos, aunque sean determinados por parámetros, puede ser fácil. Pero en la realidad se presentan diversas situaciones que ocurren al azar, entonces no se determina qué entra en juego, qué actúa para generarse un pensamiento u otro, en ese caso es algo complejo. En particular no se distingue fácilmente el estado de ánimo de una persona con quien se conversa, quizá se analizan sus gestos y palabras, pero de verdad no se puede determinar cuál es, podría estar fingiendo.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ES AMENAZA SOCIAL

Mientras se toma conciencia de las amenazas que sucederán al construir máquinas "pensantes", pese a estipular algunas se seguirá buscando formas para desarrollar mejores mecanismos que conduzcan a obtener la Inteligencia Artificial, por ello se puede percibir que ya son muchas las organizaciones donde muchas cosas se hallan robotizadas. La mayoría de robots realizan tareas sencillas; sin embargo, surgen nuevas teorías y experimentos que determinan nuevos caminos para tener muy pronto la inteligencia artificial [Torres, 2009].

Muchas personas esperan poder alcanzar a tener en sus manos un computador inteligente, mientras para otras parece ilógico. Hay que reflexionar para saber qué define a una persona inteligente, mucho más, qué sería un computador inteligente, ¿aquel que se comunica, ¡habla!? Eso ya se tiene y no es inteligente. Acaso el tener capacidad de comunicarse, es que tiene la capacidad de pensar? [Barrat, 2014] Desde luego que no en las máquinas, quizá en los seres humanos. Si la comunicación llevase a pensar, entonces porque se tiene el sofisma: "conecta el cerebro antes de hablar". Pensar es un proceso arduo y complejo. Al construir un cerebro (electrónico, artificial), que tenga inteligencia, que pueda aprender, razonar y pensar por sí mismo; es imaginar un gran mundo. Es algo absurdo para algunos, pero puede ser una realidad.

De esta manera, el tener la inteligencia artificial, llegarían grandes ventajas para el ser humano, determinando un gran momento en la historia de la humanidad, un triunfo de la ciencia, un gran desarrollo tecnológico; sin embargo, se debe pensar en cuales podrían ser las implicaciones negativas. Por ejemplo, desempleo (las personas serán reemplazadas por las máquinas que incluso tienen mayor rapidez, no se enferman, no traen complicaciones laborales), el sometimiento (del ser humano por las máquinas y, por tanto, la veneración que debería tenerse), reducción de capacidades cognitivas (ante la capacidad de las máquinas se tiene una actitud mediocre que lleva a la dependencia total de ellas) [Rivero, 2011].

CONCLUSIONES

Pese a las reflexiones expresadas, es bueno crear nuevas cosas, es especial para mejorar la calidad de vida; sin embargo, debe educarse a las nuevas generaciones para que no dependan de los distintos dispositivos electrónicos que facilita el desarrollo tecnológico, a la vez que no se conviertan en personas flojas y ociosas ante la capacidad de las máquinas.

Los sistemas basados en conocimiento y sistemas inteligentes poseen conocimiento que les permite analizar situaciones para generar información útil que conduzca a hallar una solución. La IA es la disciplina que emula el racionamiento humano con el propósito de que la máquina desarrolle tareas como si se tratara de una persona. El ser humano es un computador perfecto; sin embargo se equívoca muchas veces, producto de

su misma inteligencia.

Lo importante de desarrollar máquinas con inteligencia sería para ayudar a la salvación del ser humano, pues se hallan muchos que son un peligro para la sociedad. No se debe dejar a un lado la idea de construir máquinas inteligentes; debe cumplirse con ese sueño pese a las desventajas que podría traer para el ser humano, a que en el futuro sean una amenaza social porque el desarrollo tecnológico no puede establecer controles a esa inteligencia que diseñó.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ ÁLVAREZ Juan Jesús (2013). Aproximación crítica a la inteligencia artificial: claves filosóficas y prospectivas de futuro. Universidad Francisco de Vitoria,

BARRAT Jaime (2014). *Nuestra invención final: La inteligencia artificial y el fin de la era humana*. Grupo Planeta, Madrid.

BENÍTEZ Raúl, ESCUDERO Gerard, KANAAN Samir, MASIP RODÓ David (2014). *Inteligencia artificial avanzada*. UOC, Barcelona.

BODEN Margaret (2009). *La mente creativa. Mitos y mecanismos*. 2a ed., Gedisa, Barcelona.

GARCÍA SERRANO Alberto (2012). *Inteligencia artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones.* RC Libros, Madrid.

GARZÓN T. Néstor M., TORRES S. Luis C. (2012). *Inteligencia artificial. Una aproximación*. Editorial Académica Española, Madrid.

GARZÓN T. Néstor M., TORRES S. Luis C. (2012a). *Tutores inteligentes*. Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.

LAHOZ-BELTRA Rafael (2010). *Bioinformática: Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Díaz de Santos, Madrid.

NILSON Nills J. (2000). *Inteligencia artificial*. 2a ed., McGraw Hill.

MARTÍNEZ CARO Diego (2012). *El yo y la máquina: Cerebro, mente e inteligencia artificial*. Palabra, Madrid.

MATHIVET Virginie (2015). *Inteligencia Artificial para desarrolladores: Conceptos e implementación en C#*. Eni, Barcelona.

McCARTHY John (1980). *The 4MAT system: Teaching and learning styles with right/left mode techniques*. Excel Inc., Arlington Hgts.

MINSKY Marvin (1987). *The Society of Mind*. MIT Press, Cambridge.

QUINTANA RAMÍREZ Osdiel (2013). *La inteligencia artificial*. Editorial Académica Española, Madrid.

RICH Eliane, KNIGHT Kevin (2001). *Artificial Intelligence*. 2a ed., McGraw Hill, New York.

RIVERO Roger (2011). *Inteligencia Artificial / Artificial Intelligence*. CreateSpace Independent Publishing Platform, San Francisco.

RUSSEL Stuart, NORVIG Peter (2004). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. 3a ed., Prentice Hall International.

TIBERIUS José (2016). *Voluntad e Inteligencia Artificial: Teoría Cognitiva Global*. Molwick, París.

TORRES S. Luis C. (1999). *Problemas para la inteligencia artificial y natural*. Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional, Bogotá.

VILARROYA OLIVER Òscar (2011). *Palabra de robot: Inteligencia artificial y comunicación*. Universidad de Valencia, Valencia, España.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

CONSTRUCCIÓN DE BASES DE CONOCIMIENTO

NÉSTOR MANUEL GARZÓN TORRES
Universidad Autónoma de Colombia
e-mail: nestormg@gmail.com

LUIS CARLOS TORRES SOLER
Universidad Autónoma de Colombia
e-mail: lctorress@gmail.com

RESUMEN

Este artículo recoge ideas surgidas en el proceso investigativo "Guía para la construcción de bases de conocimiento". Las bases de conocimiento nacen como necesidad para almacenar el conocimiento, lo que está validado para la ciencia y el que por la experticia posee una persona experta. Por tanto, surgió la idea de construir bases de conocimiento en el computador, y desde luego, procesos que accedan a ellas para inferir nuevo conocimiento. Las bases de conocimiento se componen de hechos y reglas (condicionales del tipo If... Then...), con el fin de que un sistema genere inferencias acerca del mundo, de un fenómeno, de un objeto o solución a un problema.

PALABRAS CLAVES

Aprendizaje, construcción, conocimiento, información.

ABSTRACT

This article embodies ideas that have arisen in the investigative process "Guide to the construction of knowledge bases". Knowledge bases are born as need to store knowledge, which is validated for the science and expertise that has an expert. Therefore, the idea of building bases of knowledge on computer, and of course, processes that are accessing them to infer new knowledge. Knowledge bases are made up of facts and rules (conditional type If...) Then...), so that a system generates inferences about the world, a phenomenon, an object or solution to a problem.

Keywords

Construction, information, knowledge, learning.

INTRODUCCIÓN

No se describe en este artículo las estructuras de las bases de conocimiento, los métodos, las técnicas que podrían emplearse. Se examina y describe las acciones que realizan los estudiantes de maestría, todos docentes, para la representación y razonamiento del conocimiento.

El activo más valioso que poseen las empresas es el conocimiento. El tesoro más grande que tiene una persona es su saber (conocimiento); con el realiza distintas inferencias para abordar situaciones que se le presentan, para establecer relaciones de temas de diferentes disciplinas o para concretar aspectos de una teoría. Es claro que no todas las relaciones que se establecen pueden considerarse inferencias razonables. Pero todo proceso de inferencia razonable debe inducir a una relación racional. Se asume que el lenguaje facilita la construcción. El escrito es parte del trabajo subvencionado por la Universidad Autónoma de Colombia en el apoyo a la investigación.

BASES DE CONOCIMIENTO

Como el conocimiento lo poseen las personas y a cualquier momento puede morir o sufrir alguna enfermedad que pueda conducir a perder capacidades cognitivas, se piensa que es necesario almacenar el conocimiento en medios que perduren más tiempo. En principio surgió el papel para plasmar allí los conceptos, teorías, formulas, conjeturas,… que por el estudio o por la experiencia una persona adquiere para sus diferentes tareas; por tanto, con la utilización del computador para procesos de razonamiento como lo hace una persona experta y con miras a que las máquinas tengan inteligencia (artificial), se determinó construir bases de conocimiento.

La construcción de bases de conocimientos (KBC por su sigla en inglés) es un proceso más para ingenieros de sistemas o informáticos que para otras disciplinas, pero son los expertos en distintas disciplinas los que deben aportar el conocimiento amplio que poseen con el fin de que esté disponible cuando se requiera para solucionar ciertos problemas, puesto que por la experiencia los solucionan con un razonamiento y lógica especial. Sin embargo, esto no excluye pensar que toda persona pueda solucionar los problemas complejos. Una base de conocimientos desdibuja la idea de base de datos tradicional, para extracción e integración de conocimiento. Es decir, una base de conocimiento posee el conocimiento que poseen expertos para solucionar problemas complejos, y solo ellos son los que saben cuál es el conocimiento que se requiere, sobre todo, que más se basa en la experiencia.

Construir una base de conocimiento siempre se limita a un dominio reducido, en particular donde existen expertos y son requeridos para dar solución a ciertos problemas. Desde la parte computacional e informática se requiere de un ingeniero de conocimiento; quien se encarga de representar el conocimiento de la mejor manera en el computador para ser consultado por un sistema (software).

La base de conocimiento se compone en su esencia de dos elementos sustanciales: hechos y reglas. Los hechos son proposiciones simples que describen características, propiedades y atributos de un objeto (situación, fenómeno,…). Las reglas son inferencias globales que emplean los expertos para encadenar esos hechos. Deben tenerse en cuenta diversas estructuras para almacenar el conocimiento como cuestionamientos que surgen en el proceso de construcción: ¿cuáles son los eventos y entidades generales?, ¿cómo se relacionan?, ¿cuál es su significado y dónde se aplica?, ¿qué tipo de problemas?

El problema de construir base de conocimientos es grande, en general, determinar cuál puede ser el método para adquirir el conocimiento que posee un experto, el cual depende, sobre todo, de establecer un adecuado dialogo, correlacionar bien lo que el experto explique, determinar cómo resuelve conflictos, establecer ese dialogo con buena fluidez de comunicación, tener un enfoque coherente en cuanto a la solución de los problemas que se han de tratar. Esto exige que la persona que construye la base de conocimientos, tenga amplio conocimiento de la disciplina e que se circunscriben los problemas, aunque existen áreas donde se requiere de confrontación de las concepciones de varios expertos con el fin que la solución de problemas sea consistente.

El conocimiento mejora, de alguna forma, al igual que los métodos y estrategias en el proceso de enseñanza/aprendizaje, pero se requiere de diferentes de procesos de manera continua, puesto que la ciencia avanza a cada momento, es decir, el conocimiento evoluciona. Todos los escenarios no son iguales ni se comportan de igual forma, por tanto es que se considera que lo más trascendental es contar con una base de conocimientos.

Un docente tiene el conocimiento de su disciplina, de algunos tópicos adicionales y diferentes relaciones que establece entre ellos, lo que le sirve para abordar diferentes problemas que se le presentan, para realizar explicaciones pertinentes, para proyectarlo, para realizar aplicaciones en el entorno. Pero, esa base de conocimientos se soporta en conocimiento científico, experiencial y que es validado por distintos profesionales por medio de procesos de investigación.

Pero muchas veces, describir características de los objetos no es tan fácil, pues ese conocimiento exige identificar cómo son las inferencias; además, está de por medio el conocimiento que provee la experiencia y que, en general, no sigue una lógica.

APRENDIZAJE

El adquirir conocimiento y aplicarlo en el entorno es el llamado proceso de aprendizaje, sobre este existen diferentes teorías, está la constructivista que indica cómo cada persona construye su conocimiento, que depende de interrelaciones que construye entre lo que recibe y lo que sabe; donde entra en juego las experiencias, la estructuración de esquemas mentales y variadas estructuras que, en general, generan conocimiento. Está la conexionista, en que todas las conceptuaciones se hallan en un tejido. Cada conexión ayuda a entender conceptos, cómo construir los esquemas mentales, que conducen a la gestión del conocimiento, en otras palabras a que exista flexibilidad cognitiva. El aprendizaje situado y el aprendizaje significativo, entre otros. La diferencia que podría existir entre una y otra teoría está en la forma de percibir lo que sucede en el entorno; aunque se puede considerar que son similares en cuanto: (a) se construye conocimiento a partir de lo que se conoce (sabe); (b) hace del aprendizaje un proceso activo y no pasivo; (c) permite al ser humano saber más sobre ciertos objetos.

Pero debe tenerse en cuenta que el constructivismo tiene las derivaciones de ser crítico y social. Lo crítico supone realizar interacciones con el entorno, lo que puede llevar a contradicciones para construir el conocimiento. Las contradicciones ayudan en a la concepción de los fenómenos y la comprensión de la complejidad en las distintas situaciones.

Mientras lo social establece que para construir conocimiento deben existir relaciones con sujetos que lo poseen; es decir, solo a través de relaciones sociales es que se obtiene el saber. Esto, porque las creencias y el contexto cultural influyen en el aprendizaje. Entonces, la gestión del conocimiento es por las vivencias del ser humano en un multiverso en lugar de un universo. Por ello, cada persona tiene sus propios conceptos, sus experiencias y sus enfoques para la percepción de lo que sucede en el entorno.

La teoría constructivista se aplica, de cierta manera, en la educación, y de alguna forma se fortalece en los procesos educativos. Empleando las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se construyen entornos interactivos aplicando distintas estrategias. El uso de las TIC apoya, de alguna forma, la construcción social del conocimiento.

Estas líneas sobre el aprendizaje es porque en la medida que la persona aprende es que estructura el conocimiento en su mente, también permite difundirlo; y para la persona en informática le ayuda a concebir cuál es la estructura que mejor se podría emplear para el conocimiento que le provee la persona experta.

MODELOS DE APRENDIZAJE EN LÍNEA

Para la gestión del conocimiento como para el aprendizaje se emplean hoy día las TIC. Se elaboran herramientas que contienen los modelos apropiados. En línea surge la gestión del conocimiento porque se conforman grupos (estudiantes, docentes, expertos, investigadores,…) y se establece interacción y colaboración entre ellos. Para la construcción de la base de conocimientos se requiere de análisis a los textos del conocimiento a tratar, lo que puede ser más eficiente por medio de herramientas en línea.

La gestión del conocimiento exige de modelos que involucren métodos cualitativos y cuantitativos de análisis de la estructura y el contenido de las interacciones, la construcción de los mapas mentales y las interrelaciones que se podrían formar. El análisis ayuda a identificar las interacciones, además, observar cuál es el conocimiento que influye en la solución a un problema. Sin embargo, muchas veces, por falta de experiencia, se elaboran de manera confusa estructuras para representar el conocimiento.

Para la gestión del conocimiento, fundamento para estructurar la base de conocimientos, desde luego que existen modelos en que unos presentan un análisis cognitivo más sofisticado que otros; para esto se tienen en cuenta cuatro dimensiones:

1. Contenido (dimensión social).
2. Contenidos relacionados (dimensión interactiva).
3. Contenido de la aplicación de habilidades cognitivas (dimensión cognitiva).
4. Contenido de habilidades metacognitivas (dimensión metacognitiva).

No hay duda que se pueden considerar otras dimensiones, por ejemplo, la dimensión del conocimiento que podría tener una persona experta.

Sin embargo, el análisis cognitivo debe servir para identificar deficiencias que podrían concebirse en la trasmisión por parte del experto hacia el ingeniero de conocimiento o viceversa. Los modelos de mayor debilidad son los centrados en tipo de enseñanza/aprendizaje tradicional; por tanto, son los que menos deberían emplearse, siendo aconsejable los que siguen un ambiente constructivista. Es decir, un modelo constructivista de análisis de contenido debe tener en cuenta, por lo menos cinco fases, además que para la construcción de conocimiento, en particular el social, no se progresa de manera lineal.

Fase I. Compartir/comparar información. Se logra mediante observaciones, formulación de problemas, cuestionamientos, la opinión, aclaración.

Fase II. Exploración de inconsistencia entre las ideas, conceptos o declaraciones por los expertos. Por ejemplo, identificar diferencias en la comprensión de términos, conceptos, esquemas y preguntas.

Fase III. Negociación de significado de términos, de las reglas de inferencia y de los hechos. Es la clarificación del significado e identificación de áreas en que se aplica el conocimiento en cuestión.

Fase IV. Prueba y modificación de la base de conocimiento. Se elaboran pruebas para percibir la estructura del esquema cognitivo del experto, las vivencias, la experimentación o el conocimiento que pueda presentar incertidumbre.

Fase V. Aplicaciones de la base de conocimientos. Es la síntesis de declaraciones metacognitivas que ilustran construcción del conocimiento y su aplicación para resolver un problema específico.

MÉTODO

La investigación se centró en el análisis de interacciones que los estudiantes de maestría realizaban en el aula virtual. La participación en foros, la lectura de textos, las respuestas a cuestionamientos. Al final del módulo, seis sesiones durante 15 semanas, se realizó un análisis de las entradas que habían realizado en el foro.

Los estudiantes de maestría, participando de foro en línea, sin ser explícito el propósito, se buscó determinar cómo construyen su base de conocimientos sobre un tema; partiendo de determinar reflexión en

torno a las concepciones que tenían sobre dato, información y conocimiento, que generaron efectos significativos al no tener claro las diferencias entre estos términos.

RESULTADOS

A partir de la participación en foros en línea, todos los estudiantes debían realizar reflexiones en torno a la participación y entendimiento de lo propuesto en el foro; además, trasmitir inquietudes empleando el correo electrónico. Nadie se negó, pese a las ocupaciones laborales que tenían en la docencia y el tiempo que empleaban para participar en el foro podría haber sido elemento de disuasión.

Para cuestionar los estudiantes se elaboró una encuesta con 18 preguntas de escala Likert, de 5 puntos (considerando 1= fuertemente en desacuerdo y 5= totalmente de acuerdo), a fin de apreciar cómo construyen el conocimiento, qué elementos emplean en sus clases y que herramientas tecnológicas utilizan para que los estudiantes mejoren sus aprendizajes.

La percepción del ambiente de aprendizaje al emplear el foro en línea, indicó un total éxito, generando reflexión y múltiples perspectivas, en especial el potencial que podría tener al emplearse en la docencia aun en básica primaria y secundaria, dado que los aprendices en estas etapas, hoy día, manipulan adecuadamente herramientas de las TIC, aunque es indispensable dar indicaciones para una aplicación más adecuada; sobre todo, que aprendan a considerar cuáles son los conceptos, determinar características y propiedades de los objetos y determinar reglas en la solución de problemas al percibir que existe una situación problemática en torno a esos objetos.

Por tanto, la intención del foro no era tanto qué conceptos adquirían sino cómo los interrelacionan, cuál debería ser su aporte y cómo, sobre los temas que se plantean. Sin embargo, apreciaron que el foro no ofrece nuevos conocimientos, mucho menos que indique cómo se podrían aplicar en el entorno, aunque por algunas participaciones evidenciaron que se facilitaba la comprensión del tema.

Se hicieron preguntas de respuesta abierta con la intención de conocer la manera cómo gestionan conocimiento y, porque no, cómo lo estructuran. Desde luego surgió variedad de apreciaciones en torno a ello, más sobre el mismo conocimiento que poseen, que a la pregunta planteada; determinándose el valor que tiene el saber y las implicaciones nefastas cuando este no está estructurado, puesto que se le trasmite a los estudiantes de manera superficial y reducida valiéndose de la memoria en el momento de la clase. También, se vislumbró la buena sensación que es el de participar en un foro, pues permite descubrir experiencias similares y establecer relaciones con otras personas.

Todos los participantes reconocieron que el foro permite el intercambio de ideas, genera flexibilidad y fluidez de pensamiento, desarrolla la capacidad de comunicación lo que conduce a la facilidad para discutir con sus pares, se descubre lo que otros hacen y cómo lo hacen.

El sentido dato a la información, dependió de la unificación y categorización de lo expresado en el foro. Primero se realizó codificación para compaginar esos mensajes, contextualizar las respuestas a las preguntas y las observaciones. La categorización llevó a recorrer un camino en que se analizaron y evaluaron cada uno, permitiendo observar patrones (conocimiento) surgidos en el análisis.

El análisis no fue fácil, requirió tiempo para leer cada uno y asignar categoría. Cuando el mensaje tenía dos o más distintas ideas se le asigno igual número de categorías. Las discrepancias o contradicciones se discutieron para lograr llegar a una sola categoría.

A partir del análisis, la codificación y contextualización se determinaron diferentes aspectos con el fin de determinar cuál sería el modelo que facilitaba la construcción del conocimiento; es decir, la estructuración de la base de conocimientos. Sin embargo, no se logró de manera óptima puesto que tenían bagaje en la elaboración de bases de conocimiento.

El objeto de estudio era investigar cómo se construye el conocimiento, qué interacción se realiza en la comunicad. En algunos momentos se creyó tener agotadas las categorías, lo que condujo a revisión de todo lo realizado, surgiendo diferentes criterios en esta retroalimentación, obligando a hacer muchas revisiones, modificaciones y enmiendas hasta que existiera la categoría más apropiada.

No podía faltar la discusión, dando como resultado fluidez de pensamiento que generaban ideas de cómo se construía el conocimiento, que es un proceso continuo pues el conocimiento evoluciona, surgen nuevos significados, interrelaciones y aplicaciones. La discusión (reflexión) permitió aclarar ideas contradictorias o inconsistentes sobre un tema; pese a que por la forma tradicional como se trasmite hace que les sea difícil realizar cambios.

El lenguaje coloquial empleado en la discusión, en particular de las inconsistencias conceptuales, ayudó a ser buen gestor, a cambiar de enfoque, visión o paradigma; sobre todo, al intercambio de información, ampliarla, y de cierta forma, revisar la base de conocimiento que se estructura. Cuando se construye conocimiento, a través de discusiones, de comunicación, resultan nuevas estructuras conceptuales o nuevo paradigma.

En este estudio, analizando solamente el pensamiento que revelan los estudiantes por medio de sus ideas, supone que es fiel imagen del pensamiento que se tiene, pues no es sencillo reconocer el conocimiento que poseen los estudiantes; aun los investigadores no saben lo que ellos poseen. También se observó que el nuevo conocimiento surge por efecto de síntesis, de reflexión sobre las contradicciones e inconsistencias; por tanto, se considera que se construye el conocimiento al confrontar estos elementos e interactuar con la sociedad. Aunque la interacción se produce, con poca frecuencia, en el aula, dado que los estudiantes no son parte activa de las clases.

DISCUSIÓN

Lo percibido de manera simple a partir del análisis y codificación de los mensajes en el foro es que se puede construir conocimiento. Podría decirse es una fase I. Lo que arroja la encuesta y cuestionamientos o intercambio de observaciones refleja facilidad para la interacción y construcción del conocimiento. Y, para todos los estudiantes es claro que lo que dice un libro académico está totalmente validado para la ciencia, dejando al lado la posibilidad de que existan errores tipográficos; que alteran los significados y sobre los cuales no se entra a reflexionar para confrontarlo con otros textos. En sí el tema de cómo construyen una base de conocimientos y qué estructura le dan, es algo nuevo para todos los estudiantes; así hasta ahora en este módulo conocen algo de ello.

Se genera una serie de hipótesis: (1) la educación no determina construcción de conocimiento; (2) se considera el lenguaje oral y escrito como única forma de comunicación; (3) se limita al estudiante en su capacidad de comunicación; (4) no existe espacio en el aula para la negociación de significados y puesta en escena para confrontar con el conocimiento previo y el experiencial. Y pese a que la construcción del conocimiento no es una actividad observable, como tampoco lo es la reflexión o razonamiento que se pueda realizar sobre un tema, se acepta que ello ocurre y se construye nuevo conocimiento. Hay que reconocer, entonces, que la síntesis proporciona indicios de construirse conocimiento.

Una base de conocimientos es un medio que facilita la búsqueda y recuperación de conocimiento; sobre todo, se emplea en los sistemas inteligentes en busca de solucionar problemas complejos, donde si el ser humano entra a actuar, requiere de altas capacidades cognitivas y de inteligencia. En particular porque en esa base de conocimientos se hallan reglas determinadas por personas expertas que indican cómo realizar inferencias (interrelaciones) al mezclar un conjunto de premisas. Almacena hechos (conceptos, propiedades, características). Las consultas a una base de conocimientos se realizan mediante software que se diseña según

la representación del conocimiento que se ha realizado en ella; las cuales permiten identificar posibles soluciones a un problema en un área particular.

CONCLUSIONES

La mayoría de las personas considera la necesidad de adquirir nuevo conocimiento, realizar diferentes interacciones con él, darle el significado (información) apropiado según el contexto; por tanto, es que el conocimiento evoluciona a cada momento, surgen nuevos significados, la mayoría por las experiencias en la aplicación, también porque se requiere detectar incertidumbres y errores. Por tanto, es necesario para la construcción de nuevo conocimiento y se almacene en bases de conocimiento con el fin de que allí reposen las observaciones y reflexiones.

El proceso de aprendizaje, aunque es totalmente individual, las relaciones sociales ayudan en la estructuración del conocimiento, en particular en el dialogo y confrontaciones que llevan a aclaración de significados. El estudio exploró la dinámica con que se elabora la gestión del conocimiento, los esquemas mentales que se construyen y las relaciones que se elaboran con el fin de almacenar el conocimiento para emplearlo cuando sea requerido.

No existe un único modelo para la base de conocimientos, en particular para representar el conocimiento en ella; además, los métodos para extraer el conocimiento de los expertos no son únicos, fuera que muchas veces el conocimiento no es preciso ni unificado; es decir, no existe un modelo que proporcione suficiente densidad conceptual que conduzca a una construcción uniforme.

Se requiere otras investigaciones que complemente y provean explicación más amplia de la relación entre aprendizaje y conocimiento, y por qué no, ¿por qué en el computador se pueden establecer bases de conocimiento y los seres humanos no determinan cómo estructuran el conocimiento que adquieren?

Por último, que se requiere para facilitar la construcción de nuevo conocimiento, en particular mediante entornos en línea, buscando ¿cómo reducir las inconsistencias y contradicciones que existen?, ¿qué actividades ayudan a expresar la comprensión de los significados que proveen?

REFERENCIAS

HAYES-ROTH F., JACOBSTEIN N. (1994). "The State of Knowledge-Based Systes". *Comunications of the ACM*, vol 37, no 3, p.27-39.

BENÍTEZ Raúl, ESCUDERO Gerard, KANAAN Samir, MASIP RODO David (2014). *Inteligencia artificial avanzada*. 2a ed., Editorial UOC, Barcelona.

GARCÍA SERRANO Alberto (2012). *Inteligencia artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones*. RC Libros, Madrid.

GARZON T. Néstor M., TORRES S. Luis C. (2012). *Inteligencia artificial. Una aproximación*. Editorial Académica Española, Madrid.

GARZON T. Néstor M., TORRES S. Luis C. (2012a). *Tutores inteligentes*. Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.

LAHOZ-BELTRÁ Rafael (2010). *Bioinformática: Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Díaz de Santos, Madrid.

NILSON Nills J. (2000). *Inteligencia artificial*. 2a ed., McGraw Hill.

PELUFFO A. Martha B., CATALAN C. Edith (2002). *Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación en el sector público.* Cepal, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

RICH Eliane, KNIGHT Kevin (2001). *Artificial Intelligence*. 2a ed., McGraw Hill, New York.
RUSSEL Stuart, NORVIG Peter (2004). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. 3a ed., Prentice Hall International.
TORRES S. Luis C. (1999). *Problemas para la inteligencia artificial y natural*. Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional, Bogotá.
TURBAN Efraim (1992). *Expert Systems and Applied Artificial Intelligence*. MacMillan, New York.
WINSTON Patrick Henry (1998). *Inteligencia artificial*. 3a ed., Addison Wesley, México.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

ANÁLISIS DE LA PATOLOGÍA DIABETES, APLICANDO ALGORITMOS DE MINERÍA DE DATOS

CAROLINA ARIAS A.
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas
acariasz@hotmail.com

ALEJANDRO PINZÓN D.
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas
alejorobert@gmail.com

ROBERTO SALAS
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas
resalasr@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo, se realiza el análisis de un conjunto de datos sobre la patología de la diabetes, para ello se utiliza la metodología para minería de datos CRISP-DM y se desarrollan sus cuatro primeras fases. El conjunto de datos fue obtenido del repositorio web de la UCI (colección de bases de datos, teorías de dominios y generadores de datos que son utilizados por la comunidad de aprendizaje de máquinas para el análisis empírico de algoritmos de aprendizaje automático)1. El objetivo es determinar la cantidad de personas (mujeres), que desarrollaron la patología de la diabetes, teniendo en cuenta 9 aspectos importantes del comportamiento de esta patología en una población. El conjunto de datos fue analizado aplicando 5 algoritmos de minería datos que trae la herramienta WEKA (Waikato Enviroment for Knowledge Analysis) [14].

PALABRAS CLAVES

CRISP-DM, Diabetes, J48, KNN, Minería de Datos, Naive Bayes, Redes Neuronales.

ABSTRACT

In this article, the analysis of a data set on the pathology of diabetes is performed, using the methodology for data mining CRISP-DM and its first four phases are developed. The data set was obtained from the UCI web repository (collection of databases, domain theories and data generators that are used by the machine learning community for the empirical analysis of automatic learning algorithms) footnote https : //archive.ics.uci.edu/ml/about.html. The objective is to determine the number of people (women), who developed the pathology of diabetes, taking into account 9 important

aspects of the behavior of this pathology in a population. The data set was analyzed applying 5 data mining algorithms that the WEKA tool (Waikato Enviroment for Knowledge Analysis).

KEYWORDS

CRISP-DM, Diabetes, J48, KNN, Data Mining, Naive Bayes, Artificial Neural Networks.

1. INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM) es una enfermedad crónica no transmisible conocida globalmente por sus complicaciones. Quienes la padecen presentan niveles altos de glucosa en la sangre debido a que el páncreas no produce suficiente insulina. Se encuentra entre la cuarta o quinta causa de muerte en los países desarrollados y en vías de desarrollo (Carrasco_Martínez 2008).
Según estimaciones de la OMS "Organización Mundial de la
Salud" los casos de diabetes, ha pasado de 108 millones en 1980 a
422 millones estimados para el 2014. La prevalencia mundial de esta enfermedad ha pasado del 4,7 % al 8.5 % en la población adulta. Se calcula que las muertes por diabetes podrían multiplicarse por dos entre 2005 y 2030.
La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) es un trastorno metabólico que es producto de defectos en la secreción de insulina [1]. La DM2, especialmente cuando no está controlada, puede representar una pesada carga económica para el individuo y la sociedad. Así, dependiendo del país, los cálculos indican que la diabetes puede representar entre 5 y 14 % de los gastos en asistencia sanitaria para controlar la enfermedad [2].
De acuerdo a lo anterior el presente artículo tiene como objetivo determinar la cantidad de personas (mujeres), que desarrollaron la patología de la diabetes, analizando un conjunto de datos obtenido del repositorio de la UCI, con la aplicación de algoritmos del software WEKA.

En este sentido el artículo está compuesto por cuatro capítulos, el primero presenta una breve introducción sobre el tema a tratar, el segundo el marco teórico donde se describe el funcionamiento de cada algoritmo, el tercero la metodología utilizada incorporando los gráficos de cada variable analizada, en el cuarto se presentan los resultados obtenidos al aplicar los algoritmos del software WEKA y se finaliza con unas conclusiones del artículo.

2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta la descripción de cada algoritmo.

2.1. Naive Bayes

El clasificador Naive Bayes es un método basado en el teorema de bayes. Los métodos bayesianos permiten tener en cuenta en la predicción de la hipótesis el conocimiento apriori o conocimiento del dominio en forma de probabilidades. La principal razón de implementar el teorema de Bayes en un problema de clasificación, es poder estimar las probabilidades apriori de cualquier hipótesis consistente con el conjunto de datos de entrenamiento para así escoger la hipótesis más probable [3].

2.2. Redes Neuronales

Algoritmo supervisado, que permite realizar el proceso para tres clases: la clase *a*, clase *i* y clase *t*, donde cada una de ellas consta de capa (neurona) de entrada, oculta y de salida. Más adelante se realiza la explicación de las 3 clases.

2.3. KNN

El método de los k -vecinos o k-nn es un método retardado y supervisado (pues su fase de entrenamiento se hace en un tiempo diferente al de la fase de prueba) cuyos argumentos principales son la distancia entre instancias o prototipos. El método consiste básicamente en comparar la nueva instancia a clasificar con los k datos más cercanos conocidos, y dependiendo del parecido entre los atributos el nuevo caso se ubicará en la clase que más se acerque al valor de sus propios atributos [4].

2.4. J48

Se trata de un algoritmo basado en clasificación por árbol de decisión. Permite podar antes de llegar a las hojas de cada subárbol con lo que se puede evitar el overfitting de atributos nominales con valores únicos [5].

2.5. SMO

Estos algoritmos extienden las características de los modelos lineales, ya que permiten distinguir entre clases que presentan límites de decisión no lineales. Para ello los datos originales se transforman de forma no lineal en un nuevo espacio de mayor dimensión. En este nuevo espacio se construye un modelo lineal que pueda representar un límite de decisión no lineal en el espacio original [9].

3. METODOLOGÍA

Para el análisis de los datos sobre diabetes, se aplica la metodología CRISP, la cual consta de 6 fases, pero en el presente artículo se analizarán y aplicarán 4 fases a saber:

3.1. Comprensión de los datos

3.1.1. Recolección de datos iniciales

El conjunto de datos utilizado en este análisis fue descargado del repositorio web de máquinas de aprendizaje de la UC Irvine. [http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets /Pima+Indians+Diabetes].

Los datos de este estudio fueron obtenidos de la población indígena Pima cerca de Phoenix, Arizona.

Esta población ha estado bajo estudio continuo desde 1965 por el Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas y del Riñón debido a su alta tasa de incidencia de diabetes. [6, 7, 8].

Cada comunidad residente de más de 5 años de edad fue invitada a someterse a un examen estándar, cada dos años, que incluía una prueba oral de tolerancia a la glucosa.

La diabetes se diagnosticó según los criterios de la Organización Mundial de la Salud [10]; es decir, si la glucosa plasmática post-carga de 2 horas fue de al menos 200 mg / dl (11,1 mmol/l) en cualquier examen de la encuesta o si el Hospital de Servicios de Salud de la India encontró una concentración de glucosa de al menos 200 mg/dl, durante el curso de la atención médica de rutina [7].

Además de ser una base de datos familiar para los investigadores, este conjunto de información proporcionó un recurso de datos validado para explorar la predicción de la fecha de inicio de la diabetes de forma longitudinal.

Como se mencionó anteriormente su objetivo es determinar la cantidad de personas (mujeres), que desarrollaron la patología de la diabetes, teniendo en cuenta 9 variables descritas a continuación, aplicando algoritmos de Minería de Datos con el software WEKA.

3.1.2. Descripción de los datos de la población

La base de datos sobre la que se aplicó la metodología CRISP-DM, corresponde a una población de 768 mujeres, de las cuales 500 son casos negativos y el resto positivos.

Las variables que conforman el conjunto de datos son:

a. Número de embarazos.
b. Concentración de glucosa en plasma.
c. Presión arterial diastólica (mm/hg).
d. Espesor del pliegue de la piel en tríceps.
e. Insulina sérica de 2 horas.
f. Índice de masa corporal ((peso)/(altura)2).
g. Función pedigree de la diabetes
h. Edad (años)
i. Variable de clase

La tabla 1, contiene el análisis descriptivo de las variables.

Tabla 1: Análisis descriptivo de las variables

Variables cuantitativas	Variables cualitativas
Número de embarazos Concentración de glucosa en plasma Presión arterial diastólica (mm/hg) Espesor del pliegue de la piel en tríceps Insulina sérica de 2 horas. Índice de masa corporal (((*peso*)/(*altura*)^2 Función pedigree de la diabetes Edad (años)	Variable de clase

3.1.3. Descripción de las variables del conjunto de datos

A continuación se realiza la descripción de cada una de las variables que se utilizan en el análisis:

a. Número de embarazos: Cantidad de embarazos que han tenido las mujeres que conforma la población del conjunto de datos: Medida de concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma sanguíneo de cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
b. Concentración de glucosa en plasma: Medida de concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma sanguíneo de cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
c. Presión arterial diastólica (mm/hg): Es la mínima presión de la sangre contra las arterias, de cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
d. Espesor del pliegue de la piel en tríceps: Es la medida de una doble capa de piel y tejido adiposo subyacente. Dato obtenido para cada de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
e. Insulina sérica de 2 horas: Muestra de sangre, para cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
f. Índice de masa corporal ((*peso*)/(*altura*)^2): Medida de asociación entre el peso y la talla, de cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
g. Función pedigree de la diabetes: Variable que proporciona datos sobre la historia de la diabetes mellitus en los familiares y la relación genética de esos familiares con el paciente.
h. Edad (años): Edad de cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.
i. Variable de clase: Describe presencia o ausencia de la patología en cada una de las mujeres que conforman la población del conjunto de datos.

La tabla 2 contiene el diccionario de datos del dataset esto con el fin de identificar la naturaleza de las variables, el rango y el tipos de datos.

Tabla 2: Diccionario de Datos de la población

Nombres de las Variables	Naturaleza	Rango de datos	Tipo de datos
Número de embarazos	Discreto	0 - 17	Entero
Concentración de glucosa en plasma	Continuo	0 - 199	Entero
Presión arterial diastólica (mm/hg)	Continuo	0 - 122	Entero
Espesor del pliegue de la piel en tríceps	Continuo	0 - 99	Entero
Insulina sérica de 2 horas.	Continuo	0 - 846	Entero
Índice de masa corporal ((peso)/(altura)2	Continuo	0 – 67.1	Real
Función pedigree de la diabetes	Continuo	0.078 – 2.42	Real
Edad (años)	Discreto	21 - 81	Entero
Variable de clase	Discreto	a-z	Texto

Análisis exploratorio de datos

Se realizó el análisis de cada una de las variables que componen el conjunto de datos, con el objetivo de descubrir la estructura general de los datos, para ello se aplicaron pruebas estadísticas básicas, teniendo en cuenta la naturaleza de la variable.

3.2.1. Análisis descriptivo univariado

En la tabla 3, se describen las medidas de tendencia central para las variables aplicadas en el estudio de la diabetes.

Tabla 3: Medidas de tendencia central y dispersión

Nombres de las Variables	Media	Dev. St.	Min	Máx
Número de embarazos	3.845	3.37	0	17
Concentración de glucosa en plasma	120.89	31.973	0	199
Presión arterial diastólica (mm/hg)	69.105	19.356	0	122
Espesor del pliegue de la piel en tríceps	20.536	15.952	0	99
Insulina sérica de 2 horas.	19.799	115.244	0	846
Índice de masa corporal ((peso)/(altura)2	31.993	7.884	0	67.1
Función pedigree de la diabetes	0.472	0.331	0.078	2.42
Edad (años)	33.241	11.76	21	81

Variable Número de embarazos (perg): La figura 1 describe que la presencia de la patología no está relacionada con la cantidad de hijos que tenga la persona, porque esta se distribuye uniformemente en la población.

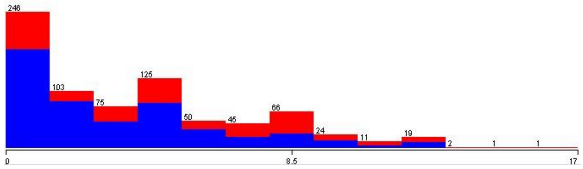


Figura 1: Histograma variable número de embarazos

Concentración de glucosa en plasma (plas): A continuación se ilustra en la figura 2, que la glucosa es directamente proporcional a la presencia de la patología, a mayor nivel de concentración de glucosa en la sangre, mayor riesgo de que se desarrolle la patología.

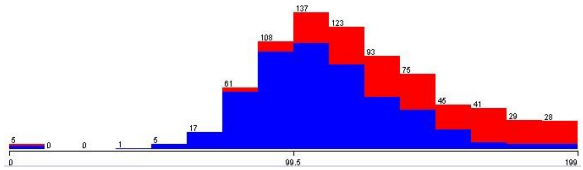


Figura 2: Histograma concentración de glucosa en plasma

Presión arterial diastólica (mm/hg) (pres): En la figura 3 se analiza que la presión arterial diastólica puede tener niveles mínimos o máximos y de esto no depende que las mujeres desarrollen la patología. Pero para los

datos trabajados se visualiza en la figura que se presenta mayor riesgo de tener diabetes cuando la presión arterial se encuentra en nivel medio y mayor.

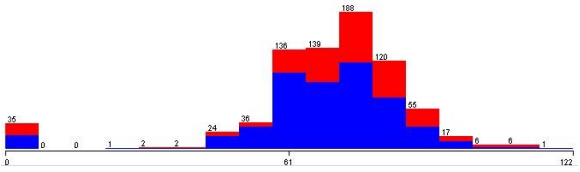


Figura 3: Histograma presión arterial diastólica (mm/hg)(pres)

Espesor del pliegue de la piel en tríceps (skin): La variable de espesor de pliegue se ilustra en la figura 4 y el histograma permite concluir que el comportamiento de esta variable es indiferente para las personas que desarrollan la patología.

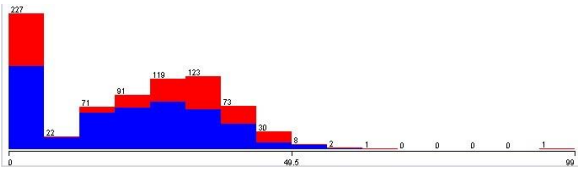


Figura 4: Histograma espesor del pliegue de la piel en tríceps Insulina sérica de 2 horas (insu)

Para el conjunto de datos se analiza que la variable de insulina que es un examen de sangre el cual da una visión de si la mujer posee la diabetes, en la figura 5 se ilustra que cuando las mujeres no pueden secretar la insulina necesaria para el cuerpo, el riesgo de tener diabetes aumenta.

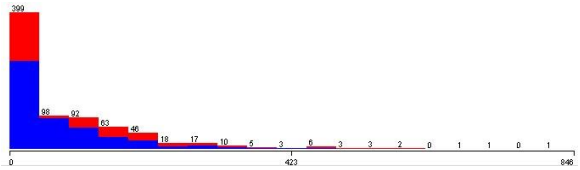


Figura 5: Histograma de insulina sérica de 2 horas

Índice de masa corporal ((*peso*)/(*altura*)^2) (mass): Se analiza que la variable correspondiente a índice de masa corporal, no presenta una relación directa con la posibilidad de desarrollar la enfermedad en las mujeres que tienen mayor índice de peso corporal. Por lo que es aconsejable, seguir una dieta estricta en cuanto a niveles de azucares y grasas, y así mismo tener el hábito de hacer ejercicio.

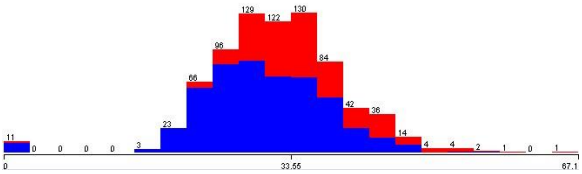


Figura 6: Histograma índice de masa corporal

Función pedigree de la diabetes (pedi): En la figura 6 se observa la medida de influencia genética, donde se da una idea del riesgo hereditario que cada mujer podría tener con el inicio de la diabetes mellitus.

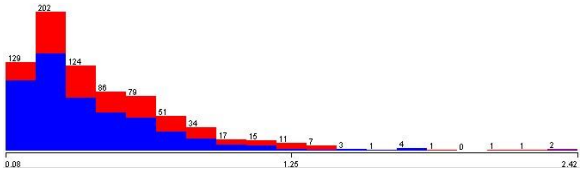


Figura 7: Histograma función pedigree de la diabete

Edad (años) (age): En la figura 8, se puede observar que la variable edad es indiferente a que la población desarrolle la patología.

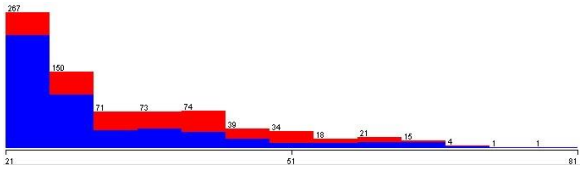


Figura 8: Histograma de edades

3.2.2. Análisis descriptivo multivariado

En esa parte se realizó la correlación entre todas las variables, para poder determinar, cuáles de ellas se encuentran relacionadas, como se aprecia en la figura 9, usando la herramienta WEKA.
De acuerdo al analisis realizado a la figura 9, se concluye que no existen altas correlaciones entre las variables, dado que no presentan una relación lineal ni de proporcionalidad, por esta razón se tienen en cuenta cada una de las variables para el análisis del conjunto de datos.

3.3. Preparación de los datos

En esta fase, aunque los datos para el estudio fueron descargados de la página de la UCI, se procede a realizar la selección entre ellos, así como su limpieza, estructuración e integración.
Seleccionando el 70 % de los datos los cuales serán los de entrenamiento y obteniendo el 30 % como resultado, es decir la prueba, seleccionando cada vez datos aleatorios para que la clasificación sea precisa.

3.4. Construcción de modelos

En esta fase se aplicó sobre el conjunto de datos diferentes tipos de algoritmos de minería de datos con el fin de poder analizar cuál de ellos clasifica mejor la población estudiada, el procedimiento realizado fue el siguiente:

1. Se cargan los datos en el software WEKA.
2. En la ventana de clasificación se selecciona la opción de Percentage Split (dividir porcentajes), lo que se intenta es que, de la totalidad de los datos se colocan el 70 % como datos de entrenamiento y el 30 % restante como datos de prueba.
3. El resultado del análisis del 30 %, de los datos de prueba se registran en una tabla.
4. En la ventana de Preproceso se escoge un filtro no supervisado llamado Randomize (aleatorizar) y se aplica, este proceso toma el 100 % de los datos y los selecciona aleatoriamente.
5. Se aplica nuevamente la opción de Percentage Split (dividir porcentajes) y se registra en la tabla el resultado obtenido sobre el 30 % de los datos de prueba.
6. Se repiten los ítem's 4 y 5, por 10 veces y se registran los resultados obtenidos en la tabla.
7. Se suman los 10 datos registrados en la tabla y se dividen en 10, para obtener el promedio de los datos analizados.
8. Este proceso se hace de la misma forma para todos los algoritmos (NaÏve Bayes, Red Neuronal, KNN, J48 y SMO).

A continuación, se presentan las tablas con los resultados obtenidos para cada algoritmo de minería de datos que se aplicó. Los resultados incluyen la cantidad y porcentaje de instancias clasificadas correctamente e incorrectamente, además de la matriz de confusión.

3.4.1. Naive Bayes

En la tabla 4, se ilustran los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo Naive Bayes a los datos de la población, donde se realizó la selección del conjunto de datos 10 veces y se obtuvo un promedio.

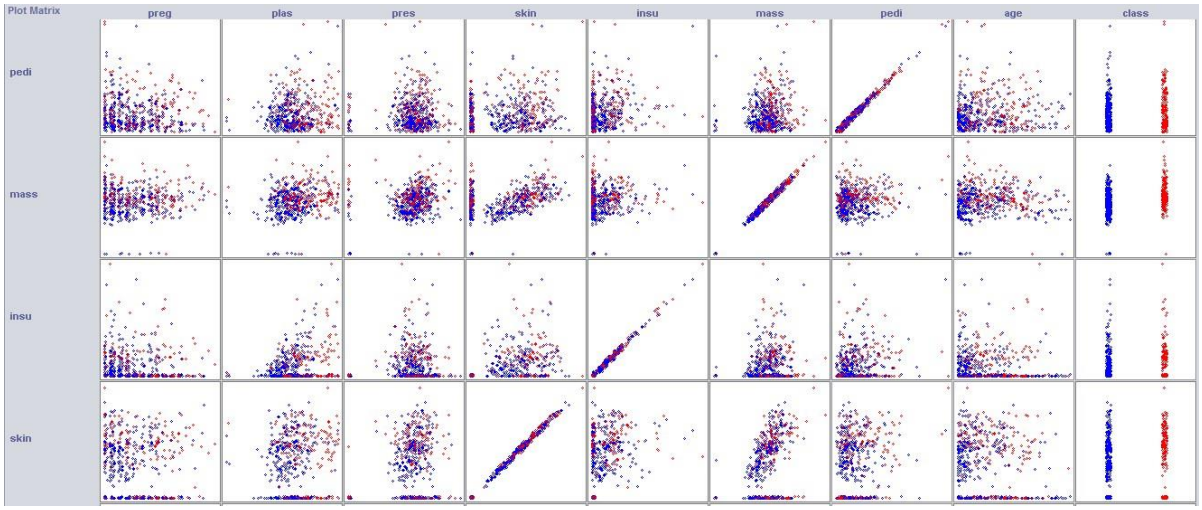


Figura 9: Correlación entre variables de la población

Tabla 4: Resultados Clasificación Naïve Bayes

NAÏVE BAYES
Total Instancias (230)
(a) Tes Negativo (b) Tes Positivo

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	177	76,956	53	23,044	133	25	44	28
2	176	76,522	54	23,478	126	22	50	32
3	171	74,348	59	25,652	124	27	47	32
4	174	75,652	56	24,348	130	31	44	25
5	175	76,087	55	23,913	125	28	50	27
6	179	77,826	51	22,174	126	19	53	32
7	173	75,217	57	24,783	127	21	46	36
8	172	74,783	58	25,217	130	27	42	31
9	167	72,609	63	27,391	125	34	42	29
10	182	79,130	48	20,870	133	17	49	31
Promedio	**174,6**	**75,913**	**55,4**	**24,087**	**128**	**25**	**47**	**30**

Tabla 5: Matriz de confusión Naïve Bayes

a	b	Clasificación
128	25	a Negativo
30	47	b Positivo

RESULTADO: Se analiza que de 768 datos seleccionados se escogieron el 70 % de los datos y se realiza las pruebas con un 30 % de los datos es decir (230). Este proceso se hizo 10 veces, obteniendo como resultado final que de 230 datos, se clasificaron 175 datos correctamente y 55 datos incorrectamente. Lo que significa que un 75,9 % de los datos fueron clasificados correctamente.
Para este conjunto de datos el algoritmo presenta una buena predicción ya que se encuentra en un rango mayor a 70 %. Además el índice de kappa es de 0.4664, este es el valor que ajusta la predicción a la clase real. Por otro lado se puede observar en la tabla 4 que los errores son relativamente bajos. Lo que lleva a afirmar que el resultado obtenido es bueno.

3.4.2. Red neuronal.

Para la clase a se utilizó una fórmula donde a = (atributos + clases)/2, lo que significa que se tienen las variables (8), a ese valor se le suma la clase (1) y el resultado obtenido se divide en 2, obteniendo 4.5, esto significa que la red neuronal va a generar 5 nodos ocultos, dando como resultado dos datos de salida, uno positivo y otro negativo. Ver figura 10

Tabla 6: Resultados red neuronal - Perceptrón clase (a)

PERCEPTRÓN (a) Total Instancias (230) (a) Tes Negativo (b) Tes Positivo								
Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	173	75,217	57	24,783	127	31	46	26
2	189	82,174	41	17,826	133	15	56	26
3	174	75,652	56	24,348	121	30	53	26
4	185	80,435	45	19,565	141	20	44	25
5	175	76,087	55	23,913	132	21	43	34
6	167	72,609	63	27,391	117	28	50	35
7	179	77,826	51	22,174	127	21	52	30
8	170	73,913	60	26,087	126	31	44	29
9	174	75,652	56	24,348	126	33	48	23
10	167	72,609	63	27,391	125	25	42	38
Promedio	**175,3**	**76,2174**	**54,7**	**23,7826**	**128**	**26**	**48**	**29**

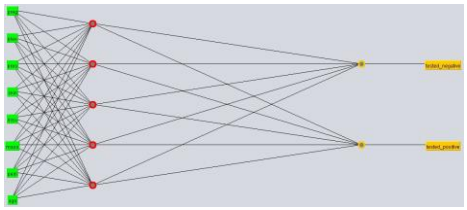


Figura 10: Diagrama red neuronal - Perceptrón clase (a).

Tabla 7: Matriz de confusión clase (a)

a	b	Clasificación
128	26	a Negativo
29	48	b Positivo

Para la clase i se obtuvo que *i* = atributos = clases, lo que significa que las 8 variables generan así mismo 8 nodos ocultos, obteniendo como datos de salida uno positivo y otro negativo, como se ilustra en la figura 11.

Tabla 8: Resultados red neuronal - Perceptrón clase (i)

PERCEPTRÓN (i)
Total Instancias (230)
(a) Tes Negativo (b) Tes Positivo

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	166	72,174	64	27,826	118	40	48	24
2	187	81,304	43	18,696	134	14	53	29
3	166	72,174	64	27,826	114	37	52	27
4	181	78,696	49	21,304	135	26	46	23
5	170	73,913	60	26,087	125	28	45	32
6	173	75,217	57	24,783	125	20	48	37
7	178	77,391	52	22,309	127	21	51	31
8	169	73,478	61	26,522	133	24	36	37
9	174	75,652	56	24,348	126	33	48	23
10	174	75,652	56	24,348	127	23	47	33
Promedio	**173,8**	**75,56514**	**56,2**	**24,4049**	**126**	**27**	**47**	**30**

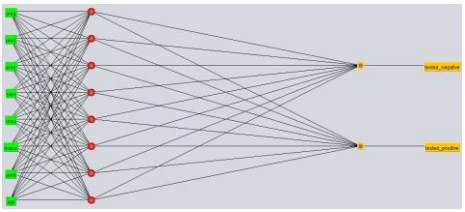


Figura 11: Diagrama red neuronal - Perceptrón clase (i)

Tabla 9: Matriz de confusión clase (i)

a	b	Clasificación
126	27	a Negativo
30	47	b Positivo

Para poder obtener las neuronas ocultas para la clase t, se aplica la fórmula donde *t* = (atributos + clase)+1, lo que significa que se tiene 8 variables, más la clase, serían 9 y se le suma 1, es decir que el software crea 10 nodos ocultos con dos datos de salida, uno positivo y otro negativo, como se ilustra en la figura 12.

Tabla 10: Resultado Red neuronal - Perceptrón (t)

PERCEPTRÓN (t)
Total Instancias (230)
(a) Tes Negativo (b) Tes Positivo

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	172	74,783	58	25,217	129	29	43	29
2	187	81,304	43	18,696	133	15	54	28
3	166	72,174	64	27,826	108	43	58	21
4	181	78,696	49	21,304	137	24	44	25
5	179	77,826	51	22,174	131	22	48	29
6	169	73,478	61	26,522	124	21	45	40
7	179	77,826	51	22,174	124	24	55	27
8	169	73,478	61	26,522	130	27	39	34
9	164	71,304	66	28,696	119	40	45	26
10	182	79,130	48	20,870	130	20	52	28
Promedio	**174,8**	**75,9999**	**55,2**	**24,0001**	**127**	**27**	**48**	**29**

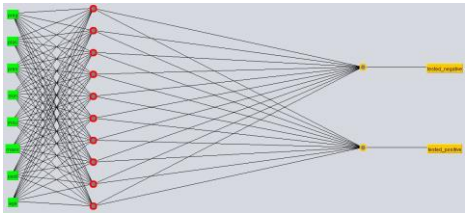


Figura 12: Diagrama red neuronal - Perceptrón clase (t)

Tabla 11: Matriz de confusión clase (t)

a	b	Clasificación
127	27	a Negativo
29	48	b Positivo

RESULTADO: Para la aplicación del algoritmo de Redes Neuronales, se analiza que de las tres clases aplicadas (a,i,t), los resultados son muy parecidos, obteniendo la tasa de fallos entre un 23 y 24 %, siendo mejor el perceptrón correspondiente a la clase *a*, la cual da como resultado un error del 23,78 %, disminuyendo el error con respecto a las clases (*i, t*), respectivamente. Además se encuentra dentro del rango mayor a 76 %.

3.4.3. IBK-NN

A continuación, se ilustra los errores obtenidos con los valores dados a *K*, los cuales se encuentran en un rango de (1 – 10). Para cada valor de *k*, se realizaron 10 secuencias de pruebas y se promediaron.

Así mismo se ilustra en la figura 13 como fluctúa el error.

Tabla 12: Matriz de confusión KNN

K	ERROR
1	28,775
2	27,3044
3	25,9131
4	25,2607
5	25,3913
6	25,087
7	25,087
8	25,5662
9	24,2608
10	24,0871

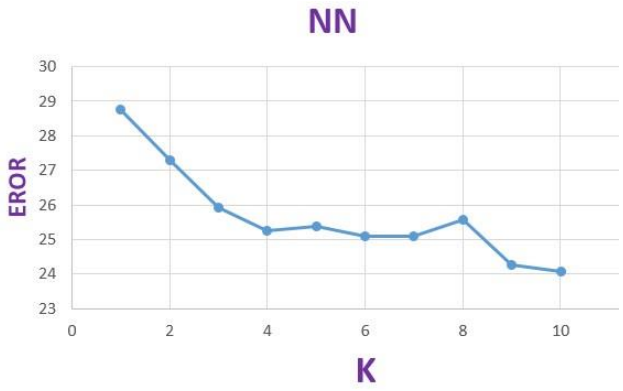


Figura 13: KNN

Tabla 13: Datos Resultantes NN K=10

Clasificación	Valor	Procentaje
Correctamente	175	75.913 %
Incorrectamente	55	24.087 %

Tabla 14: Matriz de confusión KNN

a	b	Clasificación

138	15	a Negativo
40	37	b Positivo

RESULTADO: Al realizar el cálculo del algoritmo cambiando el valor de las *K*, se puede analizar que el valor de K-10 = 24.0871 %, es el mejor valor en el estudio de los datos. En la figura , se puede apreciar que el error disminuye al aumentar el número de clustering.
Con respecto a la matriz de confusión *NN*, no proporciona un buen resultado ya que se observa que la probabilidad de pérdida es grande con respecto a los anteriores algoritmos analizados.

3.4.4. J48

A continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo J48, como se puede observar en la tabla 16

Tabla 15: Matriz de confusión J48

a	b	Clasificación
125	29	a Negativo
31	46	b Positivo

Tabla 16: Resultados Algoritmo J48

J48 Total Instancias (230) (a) Tes Negativo (b) Tes Positivo								
Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	176	76,522	54	23,478	122	36	54	18
2	182	79,130	48	20,870	127	21	55	27
3	161	70,000	69	30,000	125	26	36	43
4	174	75,652	56	24,348	124	37	50	19
5	174	75,652	56	24,348	140	13	34	43
6	168	73,043	62	26,957	102	43	66	19
7	160	69,565	70	30,435	123	25	37	45
8	177	76,956	53	23,044	139	18	38	35
9	167	72,609	63	27,391	126	33	41	30
10	164	71,304	66	28,697	117	33	47	33
Promedio	**170,3**	**74,0433**	**59,7**	**25,9568**	**125**	**29**	**46**	**31**

RESULTADO: Se puede analizar que al aplicar el algoritmo J48, los resultados obtenidos no son tan viables para el estudio de los datos de la población, ya que presenta de 230 datos clasificados, 170 correctamente y 60 mal clasificados, por ende el error resultante es de 25.957 %. Además, en la matriz de confusión se observa que existe una pérdida de datos.

3.4.5. SMO

En la tabla 18, se presenta el promedio de datos obtenido al aplicar el algoritmo SMO, así como la matriz de confusión:

Tabla 17: Matriz de confusión SMO

a	b	Clasificación
137	16	a Negativo
35	42	b Positivo

Tabla 18: Resultados Algoritmo SMO

SMO Total Instancias (230) (a) Tes Negativo (b) Tes Positivo								
Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	182	79,130	48	20,870	143	15	39	33
2	183	79,565	47	20,435	137	11	46	36
3	177	76,967	53	23,043	134	17	43	36
4	180	78,261	50	21,739	142	19	38	31
5	179	77,826	51	22,174	137	16	42	35
6	180	78,261	50	21,739	132	13	48	37
7	176	76,522	54	23,478	135	13	41	41
8	171	74,348	59	25,652	133	24	38	35
9	174	75,652	56	24,348	137	22	37	34
10	183	79,565	47	20,435	138	12	45	35
Promedio	**178,5**	**77,60968**	**51,5**	**22,3913**	**137**	**16**	**42**	**35**

RESULTADO: Se analiza en los resultados obtenidos algoritmo que la tasa se reduce hasta en un 22 %, pero esto es inversamente proporcional a la cantidad de pérdidas adquiridas, porque se observa que el error disminuye con respecto a los algoritmos aplicados, pero aumenta el número de pérdida de datos a 35. Y así mismo baja la probabilidad de datos mal clasificados en la clase negativo, esto es buen pronóstico para esta clasificación.

4. CONCLUSIONES

Al realizar la clasificación del conjunto de datos por los diferentes algoritmos, se analiza que cada uno de ellos aporta información importante para ser aplicada en el estudio de la patología Diabetes. A pesar de que existen algunas variables que no afectan en la decisión para poder determinar si la población tiene o no Diabetes, estas fueron usadas al realizar la clasificación y aplicación de cada uno de los algoritmos.

Se analiza que el conjunto de datos no presenta una correlación alta entre las variables, por tal motivo se utilizan las 9 variables independientes, en la aplicación de los algoritmos.

En cuanto a los resultados obtenidos por los diferentes clasificadores se observan algunas diferencias, pero en generar el error oscila entre 22 % y 26 %.

El algoritmo de red neuronal presenta la ventaja de poder realizar el análisis en varias clases, por medio de la generación de nodos para que el resultado sea mejor y el error disminuya.

En cuanto a KNN, es otro de los algoritmos importantes en la aplicación del conjunto de datos del presente artículo, el cual es bueno tener en cuenta ya que se pueden dar diferentes valores a la k, para así poder obtener el valor óptimo.

En cuanto al algoritmo Naïve Bayes, es uno de los que más se utiliza en el análisis de minería de datos por su simplicidad y rapidez, y se observa en los datos resultantes que el error es menor que el algoritmo KNN, así como las pérdidas de datos.

El algoritmo SMO, para el análisis del conjunto de datos, se observa que fue uno de los mejores ya que obtuvo un error del 22 %, con respecto a los otros, pero también se obtuvo una gran pérdida de datos, como se ilustra en la matriz de confusión se perdieron 35 datos positivos.

Para J48 su error osciló entre el 25 %, un valor bastante alto para el análisis de la población, pero la pérdida no fue tan alta, lo que hace que el resultado se equilibre y no sea malo.

WEKA es un excelente software, que permite realizar la implementación de los algoritmos en un conjunto de datos de forma fácil y rápida, obteniendo histogramas, árboles de decisión y matrices de correlación de datos. Es una buena herramienta para la aplicación de minería de datos.

De acuerdo a lo anterior se decide que el algoritmo a ser utilizado en el análisis de los datos es el SMO, gracias a que su tasa de error fue la más baja respecto a los otros.

Para finalizar de acuerdo a las pruebas hechas, los algoritmos de minería de datos son una herramienta útil para clasificar y determinar en este caso diabetes.

5. REFERENCIAS

[1] Mario Alberto Oviedo Mota. “Enfermedades crónicas guía clínica para que el diagnóstico y el manejo de la Diabetes Mellitus tipo 2”. Guías de práctica clínica para medicina familiar. Capítulo 8.

[2] Donabedian, A.; Garantía y monitoria de la calidad de la atención médica; Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública 1992;(Perspectivas en Salud Publica; p.p.9-12

[3] Constantino Malagón Luque. “Clasificadores Bayesinos” El algoritmo Naïve Bayes. 14/05/2003: p.p. 2-25.

[4] Jorge Enrique Rodríguez. Edwar Alonso Rojas. Roger Orlando Franco. Clasificación de Datos Usando el Método de k-nn. Diciembre de 2007. Vol. 4, # 1; p.p. 2-15.

[5] Miguel Ángel Fuente Rodríguez. Pablo Galarza Heredero http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/05- 06/13mem.pdf.

[6] Bennett, PMH. T.A. Burch, and M. Miller. 1971. Diabetes mellitus in American (Pima) Indians. Lancet 2:125-128.
[7] Knowler, W.C., P.H. Bennett, RF. Hamman, and M. Milier. 1978. Diabetes incidence and prevalence in Pima Indians: a 19-fold greater incidence than in Rochester, Minnesota. Am J Epidemiol 108:497-505.
[8] Knowler, W.C., DJ. Pettitt, PJ. Savage, and P.H. Bennett 1981. Diabetes incidence in Pima Indians: contnbutions of obesity and parental diabetes. Am J Epidemiol 113:144- 156.
[9] Rodrigo Lorente Sanjurjo. Eugenio Hernández Martínez. Minera de datos aplicada a la detección de Cáncer de Mama. Universidad Carlos III de Madrid, p.p. 6 – 7.
[10] World Health Organization, Report of a Study Group: Diabetes Mellitus. World Health Organization Technical Report Series. Geneva, 727, 1985.
[11] Weka explorer user guide for version 3-3-4 – Richard Kirkby, Universidad de Waikato, 2003.
[12] Capítulo 8 de Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations. Witten, Frank. 2000 Morgan Kaufmann Publishers.
[13] http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Pima+ Indians+Diabetes.
[14] WEKA, Waikato Environment for Knowledge Analysis. Weka 3: Data Mining Software in Java. [Software]. Weka 3.4.7, 2005. Disponible en: URL: http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

ENTRENAMIENTO SUPERVISADO EN LA DETECCIÓN DE ROSTROS

ALEXANDER CARDONA LOPEZ
Universidad Autónoma de Colombia

RESUMEN

El algoritmo HoG (Histograms of Oriented Gradients) es uno de los más empleados en la detección de rostros desde su publicación en el año 2005. En este algoritmo la detección recae en el empleo de un algoritmo supervisado, comúnmente SVM de dos categorías con un kernel lineal debido a su desempeño. Sin embargo, la utilización de dos categorías implica el empleo de muestras negativas durante el entrenamiento, cuya selección puede ser un inconveniente cuando se trabaja una detección sin restricciones, ya que muchos objetos pueden corresponder a un "no rostro" dentro de una imagen. El presente trabajo expone la influencia de las muestras negativas, en el desempeño del algoritmo HoG (Histograms of Oriented Gradients) cuando se aplica junto con el método de aprendizaje supervisado SVM, para la detección de rostros en imágenes.

ABSTRACT

One of the algorithms most commonly used in face detection is HoG (Histograms of Oriented Gradients). This algorithm uses a supervised method to represents a typical face. In order to achieve good performance a linear classification with two categories is normally employed. This approach involves the selection of negative samples during training, which can be a problem when detection is intended for unrestricted environments, because there is not a typical "no face". This document demonstrates the importance of the negative samples for the HoG algorithm, when it is used in conjunction with SVM (support vector machines) for face detection in unrestricted environments.

KEYWORDS

Machine Learning, Face Detection, HoG

CCS CONCEPTS

• Computing methodologies → Supervised learning; Image manipulation; Machine learning algorithms;

1. INTRODUCCIÓN

La detección de rostros en imágenes tiene como objetivo identificar la posición y el tamaño de las regiones de una imagen que contienen rostros. Es una fase previa en múltiples algoritmos de reconocimiento de rostros, que requieren como entrada la imagen de un único rostro.

Al igual que en otras áreas del procesamiento de imágenes, buena parte de los algoritmos de detección de rostros propuestos durante los últimos años, se basan en el empleo de técnicas de aprendizaje de máquina, especialmente técnicas de aprendizaje supervisado. Aunque eficientes, el uso de dichas técnicas implican que el desempeño de la detección, en un caso específico, dependa en gran medida del método de aprendizaje empleado y del entrenamiento que se realice sobre el mismo.

En este contexto, el entrenamiento no se realiza directamente sobre las imágenes, en vez de ello, el algoritmo de detección utilizado debe generar un descriptor para cada imagen, el cual se emplea como entrada del método de entrenamiento. La idea es que el descriptor describa las características principales del rostro, empleando una cantidad de variables que sean menos costosas computacionalmente, que los pixeles de la imagen.

Infortunadamente, las imágenes de rostros tienen variaciones que hacen difícil determinar sus características relevantes, incluso cuando se trabaja con un único rostro. Este hecho y la diversidad de descriptores (cada algoritmo de detección genera un descriptor con una estructura diferente) hace que la labor de entrenamiento cobre mayor importancia.

Las librerías de procesamiento de imágenes incluyen funciones de detección, pero no incluyen una indicación de cómo debe realizarse la fase de entrenamiento. Una de las librerías de procesamiento de imágenes de uso libre más populares es OpenCv, la cual cuenta con varias funciones para la detección de objetos y cuenta además con implementaciones de los métodos de aprendizaje más populares. OpenCv no posee una función dedicada a la detección de rostros, pero posee funciones de detección generales que pueden emplearse para este fin, incluyendo el popular método HoG (Histograms of Oriented Gradients) [5].

En el caso del HoG es común observar el empleo de una máquina de soporte de vectores (SVM) lineal de dos clases como método de aprendizaje (método de aprendizaje propuesto por los autores del HoG). Sin embargo, no es clara la forma en que se deben seleccionar las muestras negativas, ni su influencia en los resultados del método de aprendizaje.

El presente trabajo pretende determinar la influencia de las muestras negativas en el desempeño del método HoG provisto por OpenCv. Para ello, se describe el funcionamiento del algoritmo, el uso de métodos de aprendizaje supervisado, para finalmente medir el desempeño con diferentes configuraciones de máquinas de soporte de vectores y diversos conjuntos de muestras negativas.

2. DETECCIÓN DE ROSTROS

La detección de rostros es normalmente la primera etapa que se lleva a cabo en las aplicaciones de reconocimiento de rostros en imágenes. El problema de la detección de rostros se centra en determinar la

ubicación y el tamaño, de cada uno de los rostros que aparecen en una imagen, sin pretender reconocer a quién corresponde el rostro detectado. La idea es encontrar la región de pixeles donde aparece cada rostro, de tal forma que el algoritmo que realiza el reconocimiento pueda comenzar directamente la búsqueda de características relevantes para la identificación, dentro de un conjunto reducido de pixeles.

La detección de rostros en sí misma es un problema complejo, debido a varios factores: la iluminación no es invariante, el color de la piel es variable, el rostro es un cuerpo suave que puede expresar diversidad de posturas, la textura facial varía no linealmente con el cambio de postura, una rotación de la cabeza puede resultar en el ocultamiento de parte del rostro, entre otros aspectos.

A pesar de ello, se ha logrado un relativo éxito en la detección y reconocimiento de rostros. Según [7], trabajos como [6] o [13] reportan un éxito superior al 90 % en el reconocimiento de rostros sobre el conjunto de datos Labeled Faces in the Wild (LFW)[11]. Sin embargo, la utilidad real de estos métodos en aplicaciones donde la variación de rostros es mucho más amplia aún es algo por demostrar, la prueba MegaFace Challenge propuesta por la Universidad de Washington a mediados del año 2016, demostró que varios de los métodos considerados como precisos, bajan su precisión en más del

14 % cuando se evalúan con un conjunto de millones de rostros [17]

Es difícil realizar una clasificación de todos los métodos de detección de rostros, en parte debido a la cantidad de métodos que se han propuesto en los últimos años. En este documento, se describen sólo los métodos más reconocidos en las librerías para detección. Si desea conocer sobre la diversidad de métodos propuestos se sugiere la lectura del survey [18], que aunque enfocado al problema de reconocimiento de rostros, también trata el problema de detección en diversas secciones. De forma similar el trabajo [22] menciona algunas de las variaciones recientes que se han realizado a métodos conocidos. El documento [9] explica los métodos más populares antes del año 2009. Mientras que el documento [20] se enfoca en el problema de encontrar puntos relevantes (landmarks) en el rostro.

2.1. Extracción de características

Existen gran cantidad de métodos para realizar la detección de rostros. En el survey Detecting Faces In Images [21], los métodos para detección en una imagen se clasifican en cuatro categorías, que se pueden traslapar unas con otras (un método puede hacer parte de más de una categoría):

Basados en conocimiento (Knowledge based): codifican el conocimiento humano de lo que constituye una cara típica. Características invariantes (Feature invariant): buscan características estructurales que existen aún cuando, la pose, el punto de vista o la iluminación varía. Comparación de plantillas (Template matching): los patrones son almacenados, para describir el rostro completo o las características faciales. La correlación entre la imagen de entrada y los patrones almacenados se usa para la detección. Basados en aparencia (Appearance based): similar al anterior, pero las plantillas son aprendidas a partir de un conjunto de imágenes, en una fase de entrenamiento.

Actualmente, los métodos basados en aparencia son los más comunes, en estos casos, se recolecta un conjunto de ejemplos de imágenes de caras y no-caras, se extraen las características relevantes de cada imagen, las cuales se representan en una plantilla (descriptor) y se adopta algún algoritmo de aprendizaje de

máquina para aprender un modelo y para realizar la posterior clasificación. Hay por tanto, dos pasos importantes en este proceso: la extracción de características y la aplicación del algoritmo de aprendizaje.

Los algoritmos de extracción de características buscan encontrar un descriptor preciso, invariante a las transformaciones y en lo posible con un espacio de valores que facilite la clasificación. En general, se destacan las técnicas para reconocimiento de rostros basadas en Haar, basadas en Gabor y las basadas en Histograma[1][4].

El método de detección más reconocido es tal vez el Viola-Jones. Este método se basa en el uso de características que surgen de la aplicación de una operación rectangular sobre los pixeles, que se asemeja a la aplicación de la función base de una transformada Haar. En este contexto, una operación Haar es básicamente la diferencia de la suma de las áreas dentro de un rectángulo, ubicado en una posición específica dentro de la imagen.

Viola-Jones emplea operaciones con dos rectángulos (diferencia entre la suma de dos regiones rectangulares), tres rectángulos y cuatro rectángulos. Para acelerar la aplicación de las operaciones de Haar sobre la imagen, se crean matrices con el mismo tamaño de la imagen original, donde cada valor representa la suma de todos los pixeles ubicados en una región de la imagen. Adicionalmente, se emplea el método de votación AdaBoost para seleccionar las operaciones Haar que aportan más a la descripción del rostro [19].

Varios métodos se han sugerido siguiendo un procedimiento similar al propuesto en el método Viola Jones, pero empleando otras operaciones para la obtención de las características del rostro. Una de las técnicas más conocidas es el empleo de descriptores de Gabor. Los descriptores basados en Gabor realizan la detección de características usando filtros de Gabor. Un filtro de Gabor analiza un rango de frecuencias, en una región alrededor de un punto de análisis, en una dirección específica. La idea es aprovechar que, un filtro de Gabor orientado en una dirección particular, da una respuesta fuerte en ubicaciones que tienen estructuras hacia dicha dirección.

Los filtros de Gabor se emplean de manera similar a como se emplea un descriptor de Haar en Viola-Jones. Un descriptor de Gabor se obtiene realizando una convolución entre la imagen con un conjunto de filtros de varias escalas y orientaciones. Como los pixeles de las imágenes filtradas contienen información relacionada con pixeles vecinos, se pueden emplear técnicas de reducción de la dimensionalidad para acelerar el resultado [16].

En esencia los métodos anteriores y la mayoría de métodos de detección se basan en la diferencia de pixeles para encontrar las áreas más relevantes del rostro. Por lo que en el fondo, las características se centran en el trabajo sobre los bordes de la imagen, representados de tal forma que faciliten la elaboración del descriptor. Los métodos basados en Histograma buscan una representación más directa de los bordes, usando para ello el cálculo del Histograma. En dichos métodos se determina de manera local la variación de los pixeles, variaciones que se agrupan en regiones uniformes, cada una de las cuales se representa por medio del cálculo de Histogramas.

Entrenamiento supervisado en la detección de rostros CICOM'17, Septiembre 2017, Bogotá, Colombia

Figura 1: Celdas HoG

El más conocido de este tipo de métodos, es el HoG (Histograms of Oriented Gradients) [5], el cual se propuso inicialmente para la detección de la figura humana dentro de una imagen. En este caso la imagen se

divide en pequeñas regiones, llamadas celdas. Para cada celda se determina un Histograma local sobre los gradientes de los pixeles dentro de la celda. La unión de los valores de los Histogramas de cada celda forman el descriptor. La figura 1 muestra el resultado de aplicar el HoG sobre una imagen del dataset público Faces In the Wild [11].

En los últimos diez años se han propuesto diversos métodos que mejoran los resultados de los métodos aquí descritos, cuando se aplican para la detección de características relevantes en imágenes. Sin embargo, el uso de estos métodos no es común para la detección de rostros, posiblemente debido a que la tradicional detección de objetos da más importancia a la localización de esquinas que a la de bordes. Aún así, es posible encontrar adaptaciones de estos métodos para la detección de rostros. Entre los métodos de detección de rostros que han recibido mayor atención en los últimos años, se encuentran variaciones en el uso del Histograma, patrones binarios locales (LBP) y cuantificaciones locales de fase [16].

Algunos de los métodos para detección de características que mayor atención han despertado son: Scale Invariant Feature Transform (SIFT)[12], Speed Up Robust Features (SURF)[3], Features from Accelerated Segment Test (FAST)[14], FAST Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB)[15] y Fast Retina Keypoint (FREAK)[2].SIFT se basa en realizar una diferencia de kernels Gaussianos, a diferentes escalas de la imagen buscando las áreas cuya variación se asemeje más a una esquina. SURF se basa en el mismo principio que SIFT, pero emplea filtros rectangulares para aproximarse al resultado de la diferencia de Gauss, lo que mejora su velocidad de respuesta. Adicionalmente, emplea una matriz de Hessian para la orientación y la escala del punto evaluado. FAST realiza operaciones de diferencia de pixeles en un área circular alrededor del punto, empleando un método de selección de pixeles que permite utilizar sólo un conjunto de los pixeles que hacen parte del área circular. ORB es una fusión entre dos métodos: FAST y BRIEF, que usa este último para generar una cadena binaria que representa las características relevantes de la imagen. FREAK, al igual que BRIEF y ORB, producen una cadena binaria, pero en este caso la forma en que se realiza el recorrido sobre la imagen está inspirado en el comportamiento de la retina del ojo humano.

2.2. Comparación de características

Todas las técnicas mencionadas en la sección anterior producen un conjunto de valores (descriptor) que buscan describir las características relevantes de la imagen de entrada. Si la imagen corresponde a un rostro, los valores describirán las características sobresalientes del rostro. Pero, cada rostro y cada imagen es diferente, por lo que cada imagen producirá un descriptor con valores diferentes. Cuando se recorra la imagen buscando la región con el descriptor que representa un rostro ¿cuál descriptor empleamos si cada rostro genera un descriptor diferente? Es habitual el uso de algoritmos de aprendizaje de máquina para abordar este inconveniente, especialmente máquinas de soporte vectorial (SVM), regresiones y redes neuronales.

Todos estos métodos requieren de un proceso de entrenamiento, donde el algoritmo aprende lo que es un adecuado descriptor de un rostro, a partir de una serie de descriptores ejemplo. Una vez se completa el proceso de aprendizaje se procede a probar el algoritmo con un conjunto de imágenes de prueba. Para este propósito existen diversos conjuntos de datos disponibles. El usar un conjunto de datos disponible públicamente, tiene la ventaja de poder comparar los resultados con los de otros algoritmos que han hecho uso del mismo conjunto de datos.

3. ENTRENAMIENTO

Curiosamente las implementaciones que se proponen en las librerías de procesamiento de imágenes de uso libre, tienden a realizar la detección de rostros con algoritmos basados en Histograma y a realizar la fase de entrenamiento con muestras de dos clases: rostro y no rostro. No obstante, no es clara la razón para tal entrenamiento. Aunque es relativamente sencillo encontrar ejemplos de rostros con diferentes posturas, no es tan clara la forma en que se deben seleccionar las muestras negativas. Sobretodo teniendo en cuenta que los rostros en las imágenes pueden presentarse en ambientes con gran diversidad de texturas. Inclusive el trabajo original del método HoG propone el uso de una SVM con diversos kernels, pero siempre realizando un entrenamiento con dos clases de entrada.
Para poder determinar la influencia de las muestras negativas en la detección de rostros, se realizó un conjunto de pruebas basadas en el empleo del HoG. Las pruebas se realizaron utilizando la implementación del algoritmo HoG y del algoritmo SVM provistos en la librería OpenCv.
Como conjunto de datos de entrada se emplearon las imágenes propuestas en la base FDDB [10] elaborada por la Universidad de Massachusetts. La base está organizada en diez secciones, cada una de las cuales corresponde a un listado de los rostros presentes en imágenes de la base "Faces in the Wild". Para el entrenamiento se escogieron 270 imágenes de rostros de la primera sección, mientras que las pruebas se realizaron con las nueve secciones restantes: en total se utilizaron 2559 imágenes que contienen a su vez un total de 4651 rostros. Para las muestras negativas se utilizaron 25 imágenes.

Cuadro 1: SVM clase única

Rostros	ϵ	Detecciones	TP	FP
4651	0.1	3533	880 (19 %)	3004
4651	0.2	2691	712 (15 %)	2023
4651	0.4	1415	346 (7 %)	1069

Cuadro 2: SVM dos clases

Rostros	ϵ	Negativos	Detecciones	TP	FP
4651	0.2	25	10696	1889 (41 %)	8807
4651	0.2	550	3339	1634 (35 %)	1705
4651	0.4	25	14026	1940 (42 %)	12086
4651	0.4	550	3021	1590 (34 %)	1431

generadas aleatoriamente y 525 muestras obtenidas de las mismas imágenes de prueba, mediante el método Hard Negative [8];

Para aplicar el algoritmo HoG, todas las imágenes de entrenamiento fueron previamente escaladas a imágenes de 96 pixeles de ancho y 128 pixeles de alto. Cada imagen se dividió en grupos de 2x2 celdas, donde cada celda tenía un tamaño de 16x16 pixeles. Esta configuración da como resultado un descriptor de 8100 valores, que corresponde a cada uno de los valores de entrada del algoritmo de entrenamiento utilizado. La misma configuración se empleó para las imágenes negativas.

El cuadro 1: muestra los resultados de emplear una SVM para el entrenamiento, de una clase, con kernel lineal. En dicha tabla, FP se refiere a los falsos positivos y TP a los positivos verdaderos.

Se emplea un kernel lineal, ya que en la práctica es el único kernel que brinda tiempos de respuesta adecuados en hardware de consumo masivo.

El cuadro 2: resume los resultados del uso del algoritmo de entrenamiento SVM, para una máquina de soporte de vectores de tipo EPS (la distancia entre los vectores del conjunto entrenamiento y el hiperplano deben ser al menos de un valor ϵ), con un kernel lineal, para los casos de $\epsilon = 0{,}2$ y $\epsilon = 0{,}4$.

La figura 2, muestra el desempeño comparativo de los métodos evaluados, cuando se hace uso de muestras negativas.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A pesar de que en la detección de rostros sin restricciones se busca reconocer una sola categoría de datos: los rostros, el algoritmo de aprendizaje para una sola categoría es el que muestra resultados más deficientes, sólo un 19 % de aciertos para $\epsilon = 0{,}1$ y un alto número de falsos positivos. Al aumentar el valor de ϵ se reducen ostensiblemente los falsos positivos, pero de igual manera se reduce la precisión. Posiblemente el número de casos de entrenamiento empleado no le permita al algoritmo establecer los límites adecuados para la variedad de rostros y sus posturas. Sería por tanto necesario emplear este algoritmo con un grupo mucho mayor de imágenes de entrenamiento o en casos en que el reconocimiento se realice en ambientes controlados.

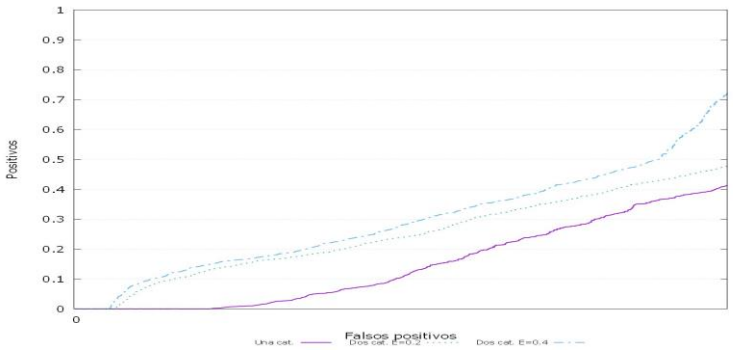


Figura 2: Una categoría – negativos

Por otra parte, claramente para el conjunto de prueba las muestras negativas tiene enorme influencia en los resultados. Se puede observar que a mayor cantidad de pruebas negativas en el entrenamiento, se obtiene una mayor precisión en las pruebas, reduciéndose el número de falsos positivos. En el caso de $\epsilon = 0{,}4$, por

ejemplo, los falsos positivos pasan de 12086 (un número superior inclusive a los resultados de una clase) a 1431, al incrementarse el número de muestras negativas. Esto indica que las muestras negativas son relevantes para establecer los límites del espacio que representa cada categoría. También se presentan inconvenientes si no se trabaja en un entorno en el que el fondo de las imágenes sea predecible.

Para el caso de la detección de rostros, es poco factible lograr un conjunto de rostros de entrenamiento que abarque todas las variaciones que puede tener un rostro: color de piel, postura, extensión, etc., sobre todo si la detección se realiza sobre imágenes sin restricción alguna (cualquier fondo, cualquier postura o con oclusiones); además, por lo observado en los resultados presentados, la selección de muestras negativas se hace tan importante como la selección de rostros para el entrenamiento. Por tanto, debería considerarse el empleo de algoritmos de aprendizaje sólo para trabajar en aquellos casos con entornos limitados y conocidos, o en los casos en que el conjunto de rostros implicados en la detección sea limitado.

5. REFERENCIAS

[1] Rachid Ahdid, Khaddouj Taifi, Said Safi, and Bouzid Manaut. 2016. A Survey on Facial Feature Points Detection Techniques and Approaches. International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering 10, 8 (2016), 1504–1511.

[2] Alexandre Alahi, Raphael Ortiz, and Pierre Vandergheynst. 2012. FREAK: Fast retina keypoint. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (2012), 510–517. https://doi.org/10.1109/CVPR.
2012.6247715

[3] Herbert Bay, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Gool. 2006. SURF: Speeded up robust features. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 3951 LNCS (2006),
404–417. https://doi.org/10.1007/11744023_32

[4] Oya Çeliktutan, Sezer Ulukaya, and Bülent Sankur. 2013. A comparative study of face landmarking techniques. EURASIP Journal on ... (2013), 1–27. https: //doi.org/10.1186/1687-5281-2013-13

[5] Navneet Dalal and Bill Triggs. 2005. Histograms of oriented gradients for human detection. Proceedings - 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2005 I (2005), 886–893. https://doi.org/10. 1109/CVPR.2005.177 arXiv:chao-dyn/9411012

[6] Changxing Ding, Jonghyun Choi, Dacheng Tao, and Larry S. Davis. 2016. Multi-
Directional Multi-Level Dual-Cross Patterns for Robust Face Recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 38, 3 (2016), 518–531. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2015.2462338 arXiv:1401.5311

[7] Changxing Ding and Dacheng Tao. 2015. A Comprehensive Survey on PoseInvariant Face Recognition. Cvpr2015 7, 2014 (2015), 1–40. https://doi.org/10.
5506/APhysPolB.46.1001 arXiv:1502.04383

[8] David Forsyth. 2014. Object detection with discriminatively trained part-based models. Computer 47, 2 (2014), 6–7. https://doi.org/10.1109/MC.2014.42

[9] Rabia Jafri and Hamid R. Arabnia. 2009. A Survey of Face Recognition Techniques. Journal of Information Processing Systems 5, 2 (2009), 41–68. https://doi.org/10. 3745/JIPS.2009.5.2.041

[10] V. Jain and E. Learned-Miller. 2010. FDDB : A Benchmark for Face Detection in Unconstrained Settings. (2010), UM–CS–2010–009.

[11] Erik Learned-Miller, Gary B. Huang, Aruni RoyChowdhury, Haoxiang Li, and Gang Hua. 2016. Labeled faces in the wild: A survey. Advances in Face
Detection and Facial Image Analysis (2016), 189–248. https://doi.org/10.1007/ 978-3-319-25958-1_8

[12] David G Lowe. 2004. Distinctive image features from scale invariant keypoints.
Int'l Journal of Computer Vision 60 (2004), 91–11020042. https://doi.org/10.1023/B: VISI.0000029664.99615.94 arXiv:cs/0112017

[13] Shervin Rahimzadeh Arashloo and Josef Kittler. 2014. Fast pose invariant face recognition using super coupled multiresolution Markov Random Fields on a
GPU. Pattern Recognition Letters 48 (2014), 49–59. https://doi.org/10.1016/j.patrec. 2014.05.017

[14] Edward Rosten and Tom Drummond. 2006. Machine learning for high-speed corner detection. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 3951 LNCS
(2006), 430–443. https://doi.org/10.1007/11744023_34

[15] Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, and Gary Bradski. 2011. ORB:
An efficient alternative to SIFT or SURF. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (2011), 2564–2571. https://doi.org/10.1109/ICCV. 2011.6126544

[16] Evangelos Sariyanidi, Hatice Gunes, and Andrea Cavallaro. 2015. Automatic analysis of facial affect: A survey of registration, representation, and recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 37, 6 (2015), 1113–
1133. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2014.2366127

[17] Ira Kemelmacher-shlizerman Steve, Seitz Daniel, and C V Dec. 2016. The Mega-
Face Benchmark : 1 Million Faces for Recognition at Scale. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (2016), 4873—-4882. https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.527 arXiv:arXiv:1512.00596v1

[18] V. Vijayakumari. 2013. A Survey on Face Recognition Techniques. World Journal of Computer Application and Technology 1, 2 (2013), 41–50. https://doi.org/10. 13189/wjcat.2013.010204

[19] Paul Viola and Michael J. Jones. 2004. Robust Real-Time Face Detection. International Journal of Computer Vision 57, 2 (2004), 137–154. https://doi.org/10.1023/B: VISI.0000013087.49260.fb arXiv:arXiv:1011.1669v3

[20] Nannan Wang, Xinbo Gao, Dacheng Tao, and Xuelong Li. 2014. Facial Feature Point Detection: A Comprehensive Survey. International Journal of Computer Vision (2014), 32. arXiv:1410.1037 http://arxiv.org/abs/1410.1037

[21] Ming-Huang Yang, David J Kriegman, and Narende Ahuja. 2002. Detecting Faces In Image : A Survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 24, 1 (2002), 34–58. https://doi.org/10.1109/34.982883

[22] Cha Zhang and Zhengyou Zhang. 2010. A Survey of Recent Advances in Face Detection. Microsoft Research June (2010), 17. https://doi.org/10.1.1.167.5270

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

ALGORITMO DE ENJAMBRE DE HORMIGAS APLICADO AL PROBLEMA TSP - UN EJEMPLO

NELSON BECERRA CORREA
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Email: nelsonbc19@gmail.com

RESUMEN

En este artículo, se describe uno de los algoritmos de enjambres de hormigas conocido como ACO. Se aplica al problema de TSP, para una instancia de 6 ciudades.
Se implementa el algoritmo en lenguaje C. y se hacen las pruebas correspondientes.
Igualmente se describe de manera general la aplicación del ACO. Al problema de control de semáforos y se enuncia un trabajo realizado en la Universidad Distrital Faculta Tecnológica para el control de una intersección de una calle de Bogotá.

Algoritmo ACO.
La sección siguiente, presenta la aplicación de ACO al problema de control de tiempo de semáforos y por último en la sección siguiente se presentan las pruebas realizadas de Diseño de un algoritmo de colonia de hormigas para el control del tráfico en una intersección.

Por último se presentan las conclusiones que se obtuvieron de dicho estudio.
Algoritmo de hormigas, TSP, Control de semáforos Algoritmo enjambres, Algoritmo SH ,ACO, SHE

ABSTRACT

In this paper, one of the ant algorithms known as ACO is described. It applies to the TSP problem, for an instance of 6 cities. Unesdoc.unesco.org unesdoc.unesco.org The algorithm in C language is implemented and the corresponding tests are made.
The general form of the application of the ACO is also described. To the problem of control of traffic lights and enunciates a work done in the University District Facultad Tecnologica to control an intersection of a Bogota street.
Ants algorithm, TSP, Semaphore control, Algorithm swarms, SH algorithm, ACO, SHE.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se hace una descripción general sobre el significado de los algoritmos de enjambre, se describen los conceptos básicos, que colonias se tienen en cuenta para el desarrollo de estos algoritmos y se describe una solución que se planteara´ para el problema del tráfico en una intersección.
En el primer apartado se hace una descripción del problema del agente viajero, los conceptos básicos del algoritmo de hormigas, la adaptación del algoritmo de hormigas al computador.
En la segunda sección se utiliza una instancia ´ con 6 ciudades para describir el comportamiento del algoritmo ACO. La sección siguiente, presenta la aplicación de ACO al problema de control de tiempo de semáforos y por último en la sección siguiente se presentan las pruebas ´ realizadas d Diseño de un algoritmo de colonia de ˜ hormigas para el control del tráfico en una intersección. Por último se presentan las conclusiones que se obtuvieron de dicho estudio.

2. CONCEPTOS BÁSICOS

Qué son los algoritmos de enjambres.

La inteligencia artificial se enfrenta a la resolución de problemas no polinomiales más conocidos como problemas NP. En computación los problemas entre ´ otros se clasifican en 2 grandes bloques: problemas polinomiales y No polinomiales. Los primeros se definen como problemas que son solucionados por un algoritmo determinista en tiempo polinomial y los segundos como problemas solucionados en tiempo polinomial por un algoritmo no determinístico. Dentro de los problemas no polinomiales tenemos los de optimización. Un problema de optimización busca seleccionar el mejor elemento (con respecto a algún criterio) de un conjunto de elementos disponibles. El termino Algoritmo de enjambre fue introducido por primera vez por Gerardo Beni y Wang Jing en 1989, enmarcados en las aplicaciones para programación de robótica móvil. Los algoritmos de inteligencia de enjambres más conocidos son: Optimización de colonia de hormigas, Optimización enjambre de partículas, Optimización de múltiples enjambres, Algoritmo de colonia de abejas, Algoritmo de altruismo, Sistemas inmunológicos artificiales Algoritmo murciélago, Búsqueda de sistema cargado, Búsqueda Cuckoo, Algoritmo de búsqueda diferencial, Algoritmo Firefly, Optimización en

Enjambre de Luciérnagas, Algoritmo de búsqueda gravitacional, Caída inteligente de gotas de agua, Algoritmo de optimización magnética, Búsqueda de difusión estocástica.

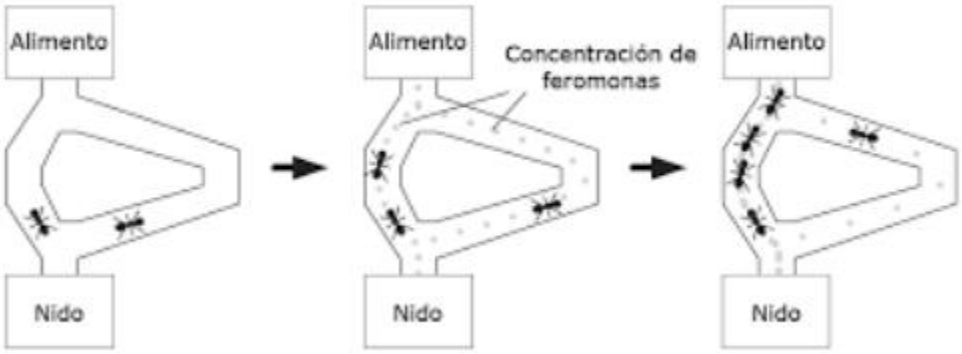


Figura 1. Camino de Hormigas.

Termino seguido describiremos dos algoritmos que por nuestra cercanía con los animales nos son más comunes estos son: Algoritmo de colonia de hormigas y algoritmo de colonia de abejas. Algoritmo de colonia de hormigas inicialmente propuesto por Marco Dorigo [1] en 1992, está inspirado en el comportamiento de una colonia de hormigas, en la cual mediante una sustancia llamada feromona, las hormigas se orientan en busca de comida, en la exploración de su entorno y marcan el camino de regreso a la colonia.

Las hormigas inicialmente vagan de manera aleatoria, explorando su entorno. En busca de comida, ellas van dejando feromonas, a medida que más hormigas pasan por el camino optimo mayor feromona se acumula en este y los caminos menos frecuentados esta va desapareciendo. La figura1 muestra el comportamiento de las hormigas para obtener el mejor camino (Algoritmo óptimo).

En la figura 1 el lado izquierdo inicialmente no contienen feromona, el lado del centro ya se encuentra con feromonas en ambos caminos, y el lado derecho de la figura muestra que el camino más corto presenta mayor concentración de feromonas y ser a el que utilizaran las hormigas como camino final. La figura[5] 1, muestra el algoritmo utilizado por una hormiga biológica

Algoritmo de una hormiga biológica

Una hormiga vaga de manera aleatoria por la colonia, si encuentra una fuente de comida retorna a la colonia de la manera más directa orientada por el olor de la feromona dejada por ella y sus compañeras La feromona depositada por las hormiga atrae a otras que seguirán su rastro hasta la fuente de comida aportando más feromonas Al regresar a la colonia estas nuevas hormigas refuerzan un camino el más directo.
Si hay varios caminos las hormigas tienden a escoger el que tenga mayor feromona en consecuencia aquel que tenga menor grado de feromonas desaparecerá por la volatilidad de este Al final las hormigas habían seleccionado el camino más corto. La ecuación 1, muestra el resultado del trabajo ´ de Deneuborg y su equipo

[5] tomada de $http://medina-psicologia.ugr.es/cienciacognitiva/?p=45$, el dÃ-a 19 de mayo de 2017.

los cuales obtuvieron un modelo estocástico del proceso de decisión de hormigas reales el cual se enuncia en la ecuación siguiente:

$$P_{i,j}^{k} = \frac{[k+\tau_{i,j}]^{\alpha}}{[k+\tau_{i,j}]^{\alpha}+[k+\tau_{i,j}]^{\alpha}} \quad (1)$$

Donde: $P_{i,j}$ es la probabilidad de escoger la rama j estando en el punto i, $\tau_{i,j}$ es la concentración de la feromona en la rama i,j. α es una constante que indica la importancia de la feromona

Adaptación a un algoritmo computacional.

Existen una variedad de algoritmo de optimización mediante colonias de hormigas ver figura 2.

El primero de ellos conocido como sistema de hormigas (Ant system) o SH [2] Desarrollado por doringo y su equipo de trabajo. en este mismo trabajo Doringo y su equipo proponen una modificación conocida como Sistema de Hormigas elitista, (Elitist Ant System) o SHE que soluciona el problema de la lentitud de convergencia de SH. El sistema de colonia de hormigas (Ant Colony System) o SCH introduce mejoras en tres aspectos de SH para mayor detalle ver [3].

Otros algoritmos son propuestos como El sistema de hormigas MAX-MIN (Max- Min Ant System) ver [4], que evita el estancamiento propio de la bÃºsqueda heurÍstica. El sistema de Hormigas Mejor-peor (Best-Worst Ant System) o SHMP [5], que introduce elementos de la computaciÓn evolutiva. En la tabla 2. se presenta un cuadro comparativo de algunos de los algoritmos referenciados en este apartado.

2.1. ALGORITMO SH (SYSTEM ANT)

Algorithm 1 Algoritmo SH (System Ant)

```
Capturar parámetros iniciales
Inicializar los rastros de feromonas
Colocar hormigas en posición inicial
repeat
   for k = 1 to Numero de hormigas do
      for all las hormigas do
         Construir la solución (i)
      end for
      for all las hormigas do
         Actualizar_global_feromona (i)
      end for
      for all las feromonas i: do
         evaporar τ_{i,j} = (1 − ρ) * τ_{i,j} * τ^k_{i,j} (i)
      end for
   end for
until Alcanzar el número de ciclos o encontrar la
solución optima
```

Algorithm 2 Construir la solución (i)

```
S:= ;
while S no sea una solucion: do
   Seleccione C_j con probabilidad P^k_{i,j} = α(τ^α_{i,j}) *
   (η^β_{i,j}) / ∑(τ^α_{i,j}) * (η^β_{i,j})
   expanda S por C_j;
end while
```

Algorithm 3 Actualizar global feromona (i)

1: S:= ;
2: **for all** C_j pertenece a S **do**
3: $\tau_{i,j} \longleftarrow (1-\rho) * \tau_{i,j} + \sum \triangle \tau_{i,j}^{k}$
4: **end for**

2.2. DESCRIPCION´ DEL ALGORITMO

Conceptos basicos tramo, iteración, ciclo, intensidad del rastro (feromona), actualización local y actualización global. El tramo se define como: La distancia entre dos puntos i,j.

Intensidad del rastro: definida como el grado de feromona depositada por las hormigas que han utilizado dicho tramo y se designa como x,y(T), para el tiempo 0 tx,y=0 es pequeño .

Una iteración tiene m movimientos entre los puntos x, y producidos por las hormigas las cuales hacen un viaje de x a y, en el intervalo de tiempo t+1.

Un ciclo lo constituye un número n de iteraciones, y significa que cada una de las m hormigas ha realizado un viaje completo pasando por x, y, z, ..., Al final de cada iteración el algoritmo realiza una actualización de la feromona, conocida como evaporación.

Una vez terminado un ciclo la intensidad del rastro es ajustada, dicho proceso hace una actualización global.

Construir la solución para una hormiga

Inicialmente las hormigas estÃ¡n en una posiciÓn aleatoria dentro del grafo de solución. En la figura : 1, una hormiga k se enfrenta a la decicion de seleccionar el camino a tomar.

La hormiga se encuentra en U en su viaje exploratorio. Para ello procede de forma probabilÍstica de acuerdo con la ecuación 4, dicha probabilidad esta direccionada por la distancia, representada por d y el rastro de feromona representada por $\tau_{i,j}$.

Las constantes Alpha (α) y Beta (β) son utilizan para controlar la importancia de los valores del rastro $\tau_{i,j}$ y la visibilidad que indica lo atractivo del movimiento, esto queda representamos por ($\eta_{i,j}^{\beta}$) (los vecinos tienen mayor preferencia que los distantes)

La hormiga k en la posiciÓn U, tiene 2 posibles alternativas ir a X o a M , ya que el camino a Y no esta permitido para k, en consecuencia el calculo sera:

$$P_{U,M}^{k} = \frac{(0{,}01)^{\alpha} * (1/2)^{\beta}}{(0.01)^{\alpha} * (1/2)^{\beta} + (0.01)^{\alpha} * (1/4)^{\beta}} \quad (2)$$

$$P_{U,M}^{k} = \frac{(0{,}01)^{\alpha} * (1/2)^{\beta}}{(0.01)^{\alpha} * (1/4)^{\beta} + (0.01)^{\alpha} * (1/4)^{\beta}} \quad (3)$$

En nuestro ejemplo ver figura 2 tomamos a $\alpha = 1$ y $\beta = 1$, lo que nos da el camino $P_{U,M}^{k} = 0.666$ y $P_{U,M}^{k} = 0.333$ En consecuencia la probabilidad de seleccionar $P_{U,M}^{k} = 0.666$ sera de 66 y el camino $P_{U,M}^{k} = 0.333$ de 33 Como es probabilÍstica la selecciÓn puede tomar el camino a X. Una vez las hormigas hacen un ciclo completo actualizan la concentración de la feromonaen los caminos recorridos.

Inicialización de la feromona : Las hormigas se consideran objetos independiente, pues no tienen relación entre ellas cada hormiga contienen concentración de feromonas que denotamos Ti, inicialmente cada objeto tiene un valor pequeño.
Colocar hormigas en posiciÓn inicial: Se colocan las hormiga (objetos en forma aleatoria).

Algoritmos de optimización basados en colonias de hormigas	Algoritmo Sistema de Hormigas (Ant System) **SH** Sistema de Hormigas Elitistas (Elitist Ant System) **SHE** Sistema de colonia de hormigas (Ant Colony System) **SCH** Sistema de hormigas Max-MIn(Max-Min Ant System) **SHMM**

Figura 2. Algoritmos de optimización basados en colonia de hormigas

La solución: Esta depende del problema a tratar, Si se utiliza para el problema de la mochila se escoge un objeto a guardar y que no viole ninguna restricción, si es el problema de semáforos se colocarán un vehiculo en la cola de espera, y así se interpretara para cada problema en particular. Seleccionar la mejor solución: sera aquella que tenga menor costo o que de mayor utilidad.

Actualizar la concentración de feromonas: Dos elementos son esenciales en su actualización, uno conocido como **retroalimentación positiva** refuerza los trayectos de los buenos recorridos aportando una adición de feromona y la **evaporación** esto permite que los malos caminos se olviden, la evaporación es la misma para todos los caminos.

En nuestro articulo describimos la actualización del algoritmo SH, otros algoritmos como: sistema de hormigas elitistas, sistema de colonia de hormigas lo hacen introduciendo nuevos elementos remitimos a para mayor información.

El algoritmo SH, actualiza la concentración de feromona de acuerdo a las siguiente ecuación 5 y 6Como se indico anteriormente $\tau_{i,j}$, denota la presencia de feromona en el camino de i a j, ρ es una constante que representa la tasa de vaporación de la feromona $\rho \in$ al intervalo [0,1] en el tiempo t y tiempo t+n tiempo requerido para hacer un ciclo completo.

El algoritmo SH actualiza la presencia de feromonas mediante una actualización global, en la cual el valor total de actualización de feromona para cada trayecto i, j $\Delta\tau_{i,j}^{k}$. La ecuación 6 actualiza la feromona si la hormiga visita el camino i,j.

Q es una constante y L_k es el costo de la solución generada por la hormiga k, en otras palabras la longitud del circuito Sk y m el número total de hormigas De esta manera los trayectos visitados por las hormigas en la iteración actual reciben un aporte extra de feromona y los no visitados por ninguna hormiga la pierden.

$$P_{i,j}^{k} = \alpha(\tau_{i,j}^{\alpha}) * (\eta_{i,j}^{\beta}) / \sum (\tau_{i,j}^{\alpha}) * (\eta_{i,j}^{\beta}) \quad (4)$$

$$\tau_{i,j} \leftarrow (1-\rho) * \tau_{i,j} + \sum \Delta\tau_{i,j}^{k} \quad (5)$$

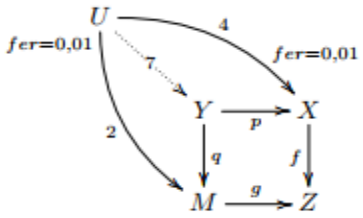


Figura 3. Selección del siguiente nodo a explorar

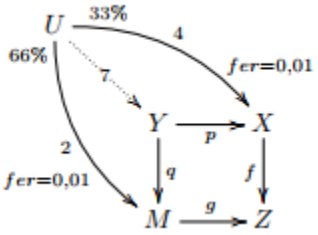


Figura 4. Probabilidades de selección de caminos luego del calculo

$$0.75\Delta\tau_{i,j}^{k} = \begin{cases} Q/L_k & si\ la\ hormiga\ \ k\ \ utliza\ el\ camino\ i,j\ en\ su\ recorrido \\ 0 & si\ la\ hormiga\ \ k\ \ no\ utiliza\ el\ camino\ i,j\ en\ su\ recorrido \end{cases}$$

(6)

3. Ejemplo de aplicación de ACO al problema del agente viajero (TSP)

El problema del agente viajero TSP por sus siglas en ingles (TSP). Consiste en visitar una serie de nodos (ciudades), detal manera que se visiten una vez partiendo de una ciudad cualquiera y regresando a ella y que ademÃ¡s se minimice la distancia del recorrido.

La cantidad de rutas posibles esta dada por (n-1)!, esto es que si tenemos 7 ciudades el nÃºmero total de rutas es del orden de $(7-1)! = 5040$ rutas posibles. Como vemos es un nÃºmero que crese de forma factorial.

Este problema se puede intentar solucionar mediante distintos mÃ©todos dentro de los cuales podemos mencionar: MÃ©todos de fuerza bruta, mÃ©todos heurÍsticos tales como ramificaciÓn y poda (branch and bound). Igualmente es comÃºn enfocar su soluciÓn mediante las tÃ©cnicas de satisfacciÓn de restricciones.

En nuestro caso nosotros enfocaremos la soluciÓn mediante los algoritmos de enjambres tales como: algoritmo de hormigas y algoritmos de abejas.

Tabla 1. Cuadro comparativo de algoritmos colonia de hormigas.

Algoritmo	Recorrido	Evaporacion	Feromona	Actualizacion feromona
AS (Ant System) Doringo, 1991	Regla de probabilidad aleatoria	Todos los arcos se evaporan con un factor constante	Ver ecuación 5	Se actualizan los arcos que son visitados por las hormigas
SHE (Elitist Ant System)	Regla de probabilidad aleatoria	Todos los arcos se evaporan con un factor constante	$\tau_{i,j} \longleftarrow (1-\varphi)*\tau_{i,j}+\varphi*\tau_0$donde$\varphi\epsilon(0,1)$ es la evaporacion de la feromona	Se actualizan los arcos que son visitados por las hormigas
ACS (Ant Colony System), Doringo Gamba 1997	Regla de probabilidad pseudo-aleatoria	Solo los arcos que hasta el momento tengan mejor recorrido son evaporadas	Actualización Local: Actualización Global	Se actualizan los arcos que genero la mejor solución, que corresponde a la calidad de la solución
MAX-MIN Ant system Stutzle and hoos 2000	Regla de probabilidad aleatoria	Todos los arcos se evaporan con un factor constante	$\tau_{i,j} \longleftarrow (1-\rho)*\tau_{i,j}+\Delta*\tau_{mejorij}$ donde $\tau_{mejorij} = 1/L_{mejorglobal}$	Solamente se actualizan los arcos que son visitados por la hormiga que tenga el mejor recorrido
SHMP Best-Worst Ant System	Regla de probabilidad aleatoria	Todos los arcos se evaporan con un factor constante	Actualización Local: $\tau_{i,j}(t) \longleftarrow (1-\rho)*\tau_{i,j}(t-1)+\Delta\tau_{ij}^{Mejor-Global}$ Actualización Global $\tau_{i,j} \longleftarrow (1-\rho)*\tau_{i,j}(t), \forall a_{ij} \in S_{peor-actual}$ y $a_{ij} \notin S_{mejor-global}$	Se actualiza la feromona de la mejor hormiga positivamente Se actualiza la feromona de la peor hormiga negativamente

Utilizaremos: ACS (Ant colony system) desarrollado por Marco Doringo ver [?] y ABC para el enfoque de abejas [11]. En la figura 5, mostramos una instancia del problema TSP.

3.1 ACO

A manera de ejemplo en esta subsección describiremos una iteraciÓn de una instancia del problema TSP de tamaÃ±o 6 ciudades (n=6), con las siguientes matrices de distancias y heuristicas n mostaradas en las tablas 2 .

Suponemos una poblaciÓn de m=n=6 hormigas,las cuales parten de ciudades distintas cada una y la matriz de feromonas $\tau_0 = 10$, el proceso constructivo de las tres primeras podrÍa ser el siguiente:

Para la heurÍstica, partimos que cada ciudad se le asocia un valor estÃ¡tico basado sobre ciudad-costo en el cual h(n) (heurÍstica de n) donde n es la ciudad viene dada por:

$h(n)_{r,s} = 1/d_{r,s}$, en donde r,s es la distancia de la ciudad r a s. La tabla 3, muestra la heurÍstica.

Probabilidad de transiciÓn de las hormigas en la primera iteraciÓn. tomando la matriz de feromonas inicializada en 5 $\tau_0 = 5$ (importancia de la feromona), $\alpha = 0.3$ y $\beta = 0.5$ (importancia de la distancia entre ciudades).

Dicha probabilidad fue obtenida utilizando la formula 4, con los parÃ¡metros descritos anteriormente.

Por ejemplo, para ir de Guican al Cocuy la probabilidad esta dada por $((5^0, 3) * (1/7{,}07)^0, 5)/((5^0, 3 * (1/4{,}09)^0, 5) + ((5^0, 3) * (1/9{,}73)^0, 5) + ((5^0, 3) * (1/9{,}01)^0, 5) + ((5^0, 3) * ((1/13{,}96)^0, 5)))$ esta Lo cual da como resultado: $0{,}2656283289$. De la misma manera se construyen las demÃ¡s probabilidades.

Una vez que la hormiga ha calculado las probabilidades de selecciÓn, elige cual ruta tomar. Para el caso de la hormiga que se encuentra en guican puede elejir ir al cocuy en el cual su probabilidad es mayor.

Sin embargo puede elegir ir a chiscas que tiene probabilidad menor pues es una eleccIÓn aleatoria basada en probabilidad.

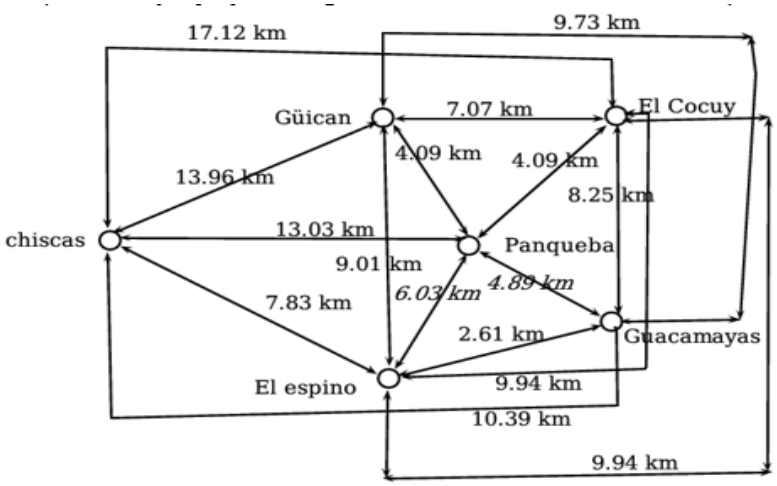


Figura 5. Ciudades y distancias en un problema tsp

Tabla 2. distancia entre pueblos en km.

Distancias	Guican	El Cocuy	Panqueba	El EspiÃ±o	Guacamayas	Chiscas	Ruta elejida
Guican	0	0,2656283289	0,3811029478	0,2283736584	0,2178852679	0,1755858673	El cocuy
Cocuy	0,2656283289	0	0,3853672776	0,226317072	0,2435637438	0,1573574021	Panqueba
Panqueba	0,3031787689	0,3853672776	0	0,2370129213	0,2702701687	0,1498772504	GÜican
El espino	0,195881152	0,1847581155	0,2503445009	0	0,3805190979	0,2131591149	Guacamayas
Guacamayas	0,185353186	0,2045540157	0,2829953981	0,4324956768	0	0,1783026438	El espino
Chiscas	0,2256081813	0,1993630599	0,2353831483	0,3258914747	0,271249482	0	El espino

Tabla 3. heurística entre pueblos.

Distancias	Guican	El Cocuy	Panqueba	El Espiño	Guacamayas	Chiscas
Guican	0	1/7.07	1/4.09	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

table 4. probabilidad de transición entre pueblos.

Distancias	Guican	El Cocuy	Panqueba	El Espiño	Guacamayas	Chiscas
Guican	0	0,2656283289	0,3811029478	0,2283736584	0,2178852679	0,1755858673
Cocuy	0,2656283289	0	0,3853672776	0,226317072	0,2435637438	0,1573574021
Panqueba	0,3031787689	0,3853672776	0	0,2370129213	0,2702701687	0,1498772504
El espino	0,195881152	0,1847581155	0,2503445009	0	0,3805190979	0,2131591149
Guacamayas	0,185353186	0,2045540157	0,2829953981	0,4324956768	0	0,1783026438
Chiscas	0,2256081813	0,1993630599	0,2353831483	0,3258914747	0,271249482	0

En nuestro caso la hormiga de GÜican elije el cocuy. Ruta H1(GÜ,Co). Las elecciones en la primera iteraciÓn son mostradas en la tabla 5 Otra manera de seleccionar la proxima ciudad es elegir un nÃºmero aleatorio r entre [0,1]. Si el r es menor que la primera ciudad se elije esta. En caso contrario se busca aquella probabilidad en la cual: la ciudad a $< r <$ ciudad b, eligiendo la ciudad b.

El proceso continua de la manera como se describe arriba. Luego de terminada la quinta iteraciÓn tendremos las rutas seleccionadas por las hormigas las cuales son mostradas en la tabla 6.

Tabla 5. matriz de distancia entre pueblos.

Distancias	Guican	El Cocuy	Panqueba	El Espiño	Guacamayas	Chiscas	Ruta elejida
Guican	0	0,2656283289	0,3811029478	0,2283736584	0,2178852679	0,1755858673	El cocuy
Cocuy	0,2656283289	0	0,3853672776	0,226317072	0,2435637438	0,1573574021	Panqueba
Panqueba	0,3031787689	0,3853672776	0	0,2370129213	0,2702701687	0,1498772504	Güican
El espino	0,195881152	0,1847581155	0,2503445009	0	0,3805190979	0,2131591149	Guacamayas
Guacamayas	0,185353186	0,2045540157	0,2829953981	0,4324956768	0	0,1783026438	El espino
Chiscas	0,2256081813	0,1993630599	0,2353831483	0,3258914747	0,271249482	0	El espino

Al terminar el ciclo actualizamos la feromona, presente en la ruta.

Por comodidad utilizaremos las siguientes convenciones: Güican (Gü), El Cocuy(Co), El Espino(Ee), Chiscas (Ch), Guacamayas (Gu) La tabla 7, muestra e costo de cada ruta.

Table 7. costos de la rutas.

Hormigas 1. [GÜ,Co,Pa,Ee,Ch,Gu]	$L_1 = 35{,}41$
Hormigas 2. [Co,GÜ,Pa,Gu,Ch,Es]	$L_2 = 34{,}27$
Hormigas 3. [Pa,Co,GÜ,Gu,Ee,Ch]	$L_3 = 31{,}33$
Hormigas 4. [Ee,Pa,Co,GÜ,Ch,Gu]	$L_4 = 44{,}52$
Hormigas 5. [Gu,Es,Pa,Co,Ch,GÜ]	$L_5 = 50{,}21$
Hormigas 6. [Ch,GÜ,Co,Pa,Gu,Es]	$L_1 = 32{,}62$

Actualización de la feromona

Esta se realiza una vez que las hormigas han completado un ciclo. Una parte de la feromona depositada en el camino se evapora. Esto hace mediante la ecuaciÓn 5 En nuestro caso τ_(Gu,Co)=(1-ρ)τ_(Gu,Co)+ρτ_0, donde τ_0=1/Lnn.

En consecuencia τ_(Gu,Co)=(1-0.3)*7,07+(0.3)*(1/35.41). La tabla 8 Muestra la evaporaciÓn en todos los trayectos del tour.
Luego la hormiga tiene encuentra su camino almacenado (memorizado) en una lista y deposita una cantidad de feromona dado por la ecuaciÓn 6.
El primer paso es calcular la cantidad de rastro dejada en cada tramo mediante la ecuaciÓn 7:

$$\Delta_(\tau_(i,j)^k)=1/L_k \quad (7)$$

Donde k representa la hormiga y L_k es la longitud del ciclo elegido por la hormiga.
El valor total de actualizaciÓn esta dado por la ecuaciÓn 8

$$\Delta_(\tau_(i,j)^k)=\Sigma_(i=1)^m \Delta_(\tau_(i,j)^k) \quad (8)$$

En nuestro ejemplo: Δ_(τ_(Gu,Co)^k)=1/35,41 lo que es igual a 0,02824061, la totalidad de feromona depositada en cada tramo y la sumatoria total se muestra en la tabla 10.
El valor de la actualización global esta determinada por la ecuación 5.
Para nuestro ejemplo: ρ es 0.3 (parÃ¡metro entre [0,1]) persistencia del rastro. (1-ρ) representa la evaporaciÓn del rastro en los tiempo t y t+1

4. APLICACIÓN CASO SEMÁFOROS

A continuación se hace una síntesis de la aplicaciónde un algoritmo colonia de hormigas para la optimizaciÓn de los tiempos de respuesta de los semáforos en una interseccIÓn.

Dicho diseño se encuentra detallado en la tesis de maestría Traffic signal control with ant colony optimization, desarrollada por David Renfrew en el año 2009 ver [9].

En la Facultad TecnolÓgica de la Universidad Distrital FJC de Bogota los estudiantes. Santos Miguel Zambrano Saavedra y Oscar Gioanny Abella Gil . Aplicaron el algoritmo ACO a la intercepción simulada ubicada en la Autopista al Llano Calle 71 Sur y la Avenida Caracas de la ciudad de Bogotá.
El trabajo de los estudiantes se baso en la tesis maestrÍa anteriormente señalada.

Objetivo del proyecto: Encontrar una secuencia de tiempos de semÃ¡foros que minimicen el tiempo total de espera en la cola, de los vehÍculos que llegan a una intersecciónvehicular
Intersecciónvehicular : Se analiza la intersecciónubicada en la Calle 81A Sur, la cual esta estÃ¡ conformada por dos calzadas para trÃ¡fico mixto, permite la circulaciÓn en sentido occidente-oriente y viceversa, presenta un giro exclusivo en el acceso oriental sentido e-s. La intersecciónestÃ¡ regulada por un control semafÓrico.
Volumen vehicular: El volumen vehicular total de la intersecciónpara el periodo de aforo es de 29.410, la composiciÓn vehicular es: livianos 41,8 %; buses 20,9 %; camiones 16,7% y motocicletas 20,5%; el volumen en vehÍculos equivalentes es 40.075.
La participación vehicular por acceso es: norte 25,8sur 21,2%; occidente 23,3%; y oriente 29,7%.La hora de mÃ¡xima demanda en la intersecciónse presenta en el periodo de la maÃ±ana entre las 06:00-07:00 con un volumen de 3.400. VehÍculos equivalentes para un factor hora pico de 0,96[1].

Tabla 6. Primer ciclo, tours seleccionados.

Hormigas 1. Guican	El cocuy	Panqueba	El espino	Chiscas	Guacamayas
Hormigas 2. El cocuy	GÃ¼ican	Panqueba	Guacamayas	Chiscas	El Espino
Hormigas 3. Panqueba	El cocuy	GÃ¼ican	Guacamayas	El espino	Chiscas
Hormigas 4. El espino	Panqueba	El cocuy	GÃ¼ican	Chiscas	Guacamayas
Hormigas 5. Guacamayas	El Espino	Panqueba	El Cocuy	Chiscas	GÃ¼ican
Hormigas 6. Chiscas	GÃ¼ican	El Cocuy	Panqueba	Guacamayas	El Espino

Tabla 8. Evaporación de la feromonas.

Distancias	GÃ¼	Co	Pa	Es	Gu	Ch
GÃ¼	0	4,957472183	2,871472183	6,315472183	6,819472183	9,780472183
Co	4,957754012	0	2,871754012	6,966754012	5,783754012	11,99275401
Pa	2,872575487	2,872575487	0	4,230575487	3,432575487	9,130575487
Es	6,313738544	6,964738544	4,227738544	0	1,833738544	5,487738544
Gu	6,816974905	5,780974905	3,428974905	1,832974905	0	7,278974905
Ch	9,781196812	11,99319681	9,130196812	5,490196812	7,282196812	0

tabla 9. cantidad de rastro de feromonas dejado en cada tramo por las hormigas.

Distancias	GÃ¼	Co	Pa	Es	Gu	Ch

GÃ¼	0	0,02824061	0,02824061	0,02824061	0,02824061	0,02824061
Co	0,02918004085	0	0,02918004085	0,02918004085	0,02918004085	0,02918004085
Pa	0,03191828918	0,03191828918	0	0,03191828918	0,03191828918	0,03191828918
Es	0,02246181491	0,02246181491	0,02246181491	0	0,02246181491	0,02246181491
Gu	0,01991635132	0,01991635132	0,01991635132	0,01991635132	0	0,01991635132
Ch	0,03065603924	0,03065603924	0,03065603924	0,03065603924	0,03065603924	0
Sumatoria	0,1341325355	0,1933520038	0,1304548563	0,2010096606	0,2448010749 0,1636353954	

tabla 10. actualización del rastro de la feromona.

Distancias	GÃ¼	Co	Pa	Es	Gu	Ch
GÃ¼	0	3,508472183 3,508472183	3,508472183	3,508472183	3,508472183	
Co	3,508754012	0	3,508754012	3,508754012	3,508754012	3,508754012
Pa	3,509575487	3,509575487	0	3,509575487	3,509575487	3,509575487
Es	3,506738544	3,506738544	3,506738544	0	3,506738544	3,506738544
Gu	3,505974905	3,505974905	3,505974905	3,505974905	0	3,505974905
Ch	3,509196812	3,509196812	3,509196812	3,509196812	3,509196812	0
Sumatoria	17,54023976	24,5580056	17,53913646	24,5603029	31,57344032	21,04909062

4.1 Diseño

Debemos preguntarnos en este problema que es una hormiga?, que necesitamos para solucionar el problema?, y cual sera el algoritmo general.
Para el problema de los semÃ¡foros una hormiga es la secuencia de tiempos vede y rojo, que deberÃ¡ permanecer el semÃ¡foro en un ciclo. En otras palabras el tiempo que transcurre para cambiar de vede a rojo y luego a verde y luego a rojo, etc. Esto lo llamamos una soluciÃ³n (hormiga).
Nosotros podemos representar dicho transito mediante un grafo en el cual los nodos son los colores y las aristas el tiempo de espera para el cambio de color. En el grafo ver 4.1, se muestra las posibles soluciones para 3 tiempos t1, t2 y t3. Cada tiempo se en cuenta enmarcado en un rango de espera mÃ-nimo y un tiempo mÃ¡ximo. Al inicio todas las hormigas par en el tiempo t1 y seleccionÃ³n al azar las soluciones.
Luego cada una sigue el procedimiento mostrado en el algoritmo de la gráfica 6.

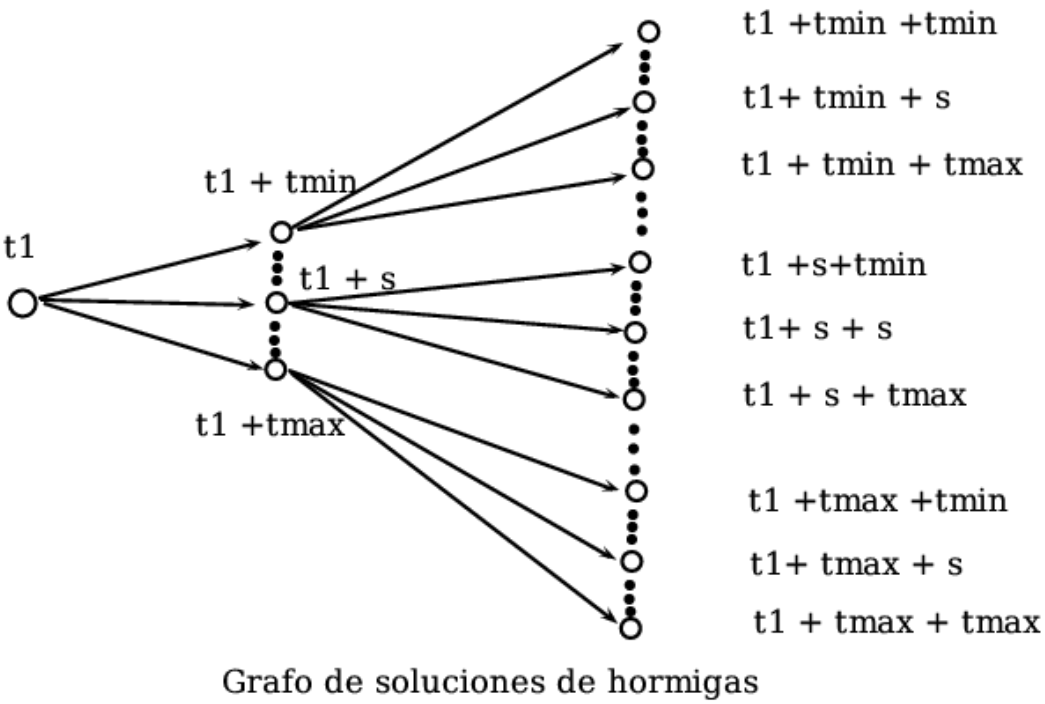


Figura 6. Grafo de soluciones.

Nosotros, necesitáramos conocer la cantidad de autos que llegan a una intersección dada en un tiempo t.
De acuerdo a David Renfrew ver [10]. El número total de todos los coches en la intersecciónse calcula por la suma de las cuatro carriles de las Calles $Ltotal = [L1Cuenta + L2Cuenta + L3Cuenta + L4Cuenta](1)$.
La actualizaciÃ³n de la feromona se hace de acuerdo a la ecuación 5. Y el costo asociado esta representado en la ecuación 9.

$$C^k = \frac{j^k(t_1,t_2,t_3)}{4\lambda(t_3-t_1)+\Sigma_{i=1}^{9} Q^i(t_i)} \quad (9)$$

Con estos parÃ¡metros podemos implementar el algoritmo ACO. Nosotros no detallamos totalmente la soluciÃ³n pues no es objetivo de este articulo.
Si el lector desea profundizar en el tema puede remitirse a: [9].

5. RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA EL PROBLEMA TSP

Nosotros hemos programado ACO, para la solucionar la instancia del problema TSP. La implementaciÃ³n fue hecha en lenguaje C, y compilada y ejecutada en una computador DEll Genuine Intel(R) CPU, T2050 de

1.60GHz y velocidad de MHz: 800.000. Cache size: 2048 KB. Memoria MemTotal: 2008412 kB , MemFree: 145884 kB , Buffers: 12344 kB y Cached: 1131848 kB.

Como se aprecia en la tabla 11, cuando el número de ciudades llega a 160, el computador no puede encontrar la ruta. Esto debido ala explosiÃ³n del espacio combinatoria. Ya que el problema TSP es un problema de tipo exponencial.

REFERENCES

[1] M. Dorigo,,*Optimization, Learning and Natural Algorithms*, PhD thesis.Politecnico di Milano, Italie, 1992

[2] M. Dorigo, y V. Maniezzo ,<<A. Colorni, Ant system: optimization by a colony of cooperating agents,>>, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics–Part B* , **volume 26, numÃ©ro 1**, pages 29-41, 1996 1, 1960.

[3] M. Dorigo,y L.M. Gambardella, *Ant Colony System : A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem*, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, volume 1, numÃ©ro 1, pages 53-66, 1997.

[4] Thomas StÃ¼tzle ,y Holger H. Hoos ,*O MAX-MIN Ant Systems*, Future Generation Computer System, Vol. 16, no 8, 2000, 889-914.

[5] O. Cordon, y F. Herrera, *Integracion de Conceptos de ComputaciÃ³n Evolutiva en un Nuevo Modelo de Colonias de Hormigas*. Actas de la CAEPIA'99. Seminario Especializado sobre ComputaciÃ³n Evolutiva 1999, pp. 98-104.

[6] O. Cordon, y I. Fernandez de Viana y F. Herrera, *A New ACO Model Integrating Evolutionary Computation Concepts: The Best-Worst Ant System*. Actas de ANTSâ€™2000 - From Ant Colonies to Artificial Ants: Second International Workshop on Ant Algorithms, 2000, pp. 22-29.

[7] A. Atehortua, *Optimizacion basada en colonia de hormigas: Generalidades y estudio del algoritmo sistema Hormiga y aplicacion a un Job Shop* Universidad Nacional de Colombia 16-09-2019.

[8] Alpa Reshamwala y Deepika P Vinchurkar ,<< Robot Path Planning using An Ant Colony Optimization Approach: A Survey >>, *(IJARAI) International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, **(IJARAI) International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence.** 03/2013; 2(3):65-71.

[9] Renfrew, David T *Traffic signal control with ant colony optimization* Master's Theses and Project Reports, 2009

[10] Renfrew, David and Yu, Xiao-Hua *Traffic Signal Optimization Using Ant Colony Algorithm Neural Networks (IJCNN), The 2012 International Joint Conference on pages=1–7 year=2012 organization=IEEE*

[11] Karaboga, Dervis and Basturk, Bahriye *On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm Applied soft computing pages=687–697 year=2008 organization=Elsevier*

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

REDES NEURONALES PARA LA TRADUCCIÓN DE ESPAÑOL A IDIOMAS INDÍGENAS COLOMBIANOS

DIANA MILENA SALAZAR BÁEZ, ESTUDIANTE
Universidad Distrital Francisco José de Calda,
Dnaluna@gmail.com

JORGE ENRIQUE RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
Profesor, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Jerodriguezr@udistrital.edu.co

RESUMEN

Este artículo describe el análisis sobre el uso de redes neuronales artificiales (RNA) para la traducción de textos, específicamente los que realizan traducciones con un alto porcentaje de certeza y que pueden brindar nociones importantes para aplicar RNA a la traducción de textos en idiomas indígenas de Colombia.

PALABRAS CLAVE

Comunidades Indígenas, Traducción Automática, tecnologías de la información y la comunicación (TIC), Red neuronal artificial (RNA), Aprendizaje computacional.

ABSTRACT

This paper deals the analysis on the use of artificial neural networks (RNA) for the translation of texts, specifically those that perform translations with a high percentage of certainty and that can provide important notions to apply RNA to the translation of texts in indigenous languages of Colombia.

KEYWORDS

Indigenous Communities, Automatic Translation, Information and Communication Technologies (ICT), Artificial Neural Network (RNA), Machine learning.

1 INTRODUCCIÓN

La traducción de textos disponible en internet no es gramaticalmente correcta lo que genera que sea ambigua y poco coherente, ante esta situación se han desarrollado procesos para mejorar dichas traducciones mediante la aplicación de diferentes métodos entre ellos la aplicación de modelos estadísticos o mediante la utilización de Redes Neuronales Artificiales (RNA).

Las investigaciones desarrolladas en lo relacionado a la utilización de RNA para la traducción gramatical han tenido un gran auge, generando soluciones y nuevos retos, los trabajos más destacados se pueden encontrar en grandes corporaciones como Google que utiliza un conjunto de redes neuronales para la traducción automática, pero igualmente en trabajos y artículos académicos, los cuales serán la base para el desarrollo de este artículo.

Uno de los retos más complejos en el desarrollo de RNA comprende lo relacionado con la traducción automática de textos, una traducción coherente abarca tanto la parte gramatical como la parte cultural de un idioma, en el caso específico de los idiomas indígenas no se han implementado RNA para garantizar traducciones automáticas coherentes debido a la complejidad del contexto de las palabras y frases utilizas en dichos idiomas, un análisis de los trabajos ya realizados que involucran RNA y traducciones automáticas puede dar nociones importantes para implementar una RNA en la traducción de textos en español a idiomas indígenas.

En este artículo se describirán el planteamiento del problema, el acceso que tienen las comunidades indígenas a equipos de cómputo, se abordara el análisis de algunos trabajos de investigación que puedan orientar el proyecto de traducción automática de textos en español a idiomas indígenas Colombianos, se propondrá una metodología para el desarrollo de un proyecto que involucre RNA e idiomas indígenas, se presentara un análisis de resultados y enumeraran las aplicaciones e impacto en las comunidades indígenas colombianas que pueden resultar de desarrollar aplicaciones que traduzcan de manera coherente y en idioma indígena la información disponible en la web.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de RNA para traducción automática de textos se analiza, diseña e implementa generalmente con idiomas comunes pero en lo relacionado a idiomas indígenas no se ha abordado la traducción automática utilizando redes neuronales artificiales; teniendo en cuenta que es importante fomentar en las comunidades indígenas el uso adecuado de las TIC a las que tienen acceso y con las cuales pueden hacer parte de la sociedad del conocimiento, permitiéndoles acceder, entender y difundir la información disponible en la web en su propio idioma, facilitando así el manejo de herramientas tecnologías y promoviendo los procesos pedagógicos que se pueden llevar a cabo a través de las TIC, por lo anterior es importante determinar la posibilidad de aplicar una Red Neuronal Artificial (RNA) para lograr una traducción automática del idioma español a indígena que tenga resultados con alta coherencia gramatical

2 TIC Y COMUNIDADES INDÍGENAS

Varias comunidades indígenas en Latinoamérica tienen acceso a internet gracias a políticos gubernamentales que fomentan al acceso a las nuevas tecnologías con la finalidad de acortar la brecha digital realizando acompañamientos y asesorías sobre la importancia de las nuevas tecnologías de la información y equipando escuelas y kioscos digitales con equipos de cómputo, en el caso específico de Colombia por

ejemplo se cuenta con el programa de computadores para educar que en su informe de gestión de 2014 [1] detallaba que la Guajira contaba con 23 computadores de escritorio, 2001 portátiles y 1900 tabletas para un total de 3924 equipos a los cuales tienen acceso las comunidades indígenas wayúu; pero el tener disponibles equipos con conexión a internet no significa tener acceso a la información disponible en la web, ya que son muy pocas las paginas o aplicaciones en línea que se encuentran en idiomas nativos de comunidades indígenas.

Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para facilitar el acceso a la información en el idioma propio de las comunidades indígenas y el uso de aplicaciones disponibles en internet beneficiarían a estas comunidades permitiéndoles acceder a conocimientos de derechos humanos, constitución, política, salud y especialmente educación.

Figura 1: Niña indígena. Fuente: Autores

En lo relacionado con la educación Roberto Asis en su artículo "las tic y su inmersión en los proyectos etnoeducativos de las comunidades indígenas"[2] describe como el integrar las TIC con proyectos etnoeducativos permiten el fortalecimiento y empoderamiento de las comunidades indígenas con dichos proyectos, concluyendo el importante aporte pedagógico e igualmente identificando las restricciones en el uso de las tecnologías en el aula escolar; por su parte Sandra Quero y Leonel Madueño [3] en su investigación aplicaron el software SÜCHIKI WALEKERÜ para fomentar la lectoescritura en idioma Wayuunaki en las escuelas indígenas y concluyeron que las TIC son una importante herramienta de apoyo en los proyectos educativos bilingües, como también lo mencionan Morales, Morales Y Ocaña [4] que en su investigación realizaron encuestas a un grupo de 25 profesores para análisis los efectos del uso de las TIC en la educación intercultural, e igualmente lo resaltan Castillo, Meza, Garcés y Camacho en su trabajo denominado "Micromundo de aprendizaje como apoyo en las prácticas educativas de la lengua nam trik de Totoró-Cauca (Colombia) "namoi po jaumai amkun"" [5] en el cual participaron varios profesionales del departamento de ingeniería y antropología para desarrollar un micromundo que fomentara el entusiasmo de los niños del resguardo Tororó por aprender y de esta forma apoyar el proceso de fortalecimiento y revitalización de la lengua nam trik que adelanta este resguardo indígena; las anteriores investigaciones muestran el impacto

positivo de utilizar las TIC para apoyar proyectos educativos y acceso a la información de las comunidades indígenas.

3 REDES NEURONALES PARA TRADUCCIÓN DE TEXTO

La utilización de RNA para la traducción de texto es un reto constante debido a la complejidad que abarca la traducción coherente de una frase diferenciando el contexto de las palabras como lo mencionan Paniagua, Ollero, Berrocal, Rodríguez [6]; durante los últimos años varios investigadores proponen métodos interesantes para llevar a cabo las tareas de traducción [7],[8],[9] , las propuestas encontradas que puede brindar nociones importantes para la traducción automática de un idioma indígena se describen a continuación:

el método automático para determinar el tamaño de las codificaciones para una traducción automática propuesto por Casañ, y Castaño en su trabajo: "Generación automática de codificaciones de vocabularios para Traducción Automática mediante Redes Neuronales" [10], describe como un perceptrón multicapa utiliza frases del lenguaje objeto como ejemplos para codificar las palabras del vocabulario del idioma específico pero con la limitante del tamaño de las codificaciones lo que da como resultado una traducción que no es completamente automática, para resolver esta limitante Casañ, y Castaño propusieron un modelo de poda el cual consiste en utilizar el algoritmo de Esqueletonización junto con el cambio de la función de error para la eliminación progresiva de unidades de la capa oculta.

En síntesis Casañ, y Castaño [10] proponen la utilización de un Perceptrón Multicapa (PM) al cual se le aplicaron retrasos de tiempo para obtener mejores resultados de traducción texto a texto, específicamente el uso del traductor conexionista RECONTRA, el cual para disminuir el tamaño de la codificación selecciona las codificaciones de la capa oculta con una ventana de retrasos a la salida y un mecanismo de poda para encontrar el tamaño de la capa oculta y aunque este mecanismo de poda no garantiza totalmente los resultados de traducción el mejorar constantemente el método de generación de codificaciones y aplicando nuevos algoritmos si podría garantizar dichos resultados.

En la tesis denominada "Traducción automatizada basada en algoritmos de redes neuronales artificiales" [10] su autor busca encontrar un método para que las redes neuronales tengan mayor capacidad de aprendizaje y en específico al utilizar la red en perceptrón multicapa con backpropagation, lo anterior con la finalidad de obtener conclusiones lógicas gracias a un apropiado entrenamiento y a entradas adecuadas. [11][12].

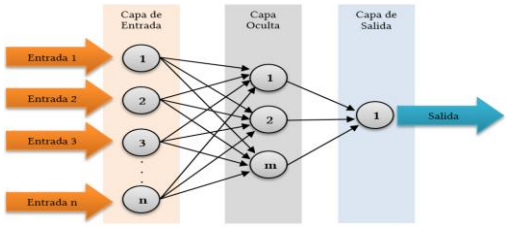


Figura 2: Perceptron Multicapa. Fuente: Autores.

Escobar [11] propone dos programas uno que para entrenar una RNA con una entrada fija de texto, y un segundo programa orientado a los usuarios el cual solicitara una traducción realizando consultas específicas, cada uno de los programas posee tres fases: conversión de datos, entrenamiento de datos y reconversión de datos.

El entrenamiento que propone escobar [11] consta de más de 50 palabras por cada idioma y analizar de 1900 a 2000 frases, esto con la finalidad de aumentar la complejidad al aumentar el conjunto de entrada para identificar y corregir fallos secuencialmente, finalmente el autor puntualiza que el entrenamiento que brinda la posibilidad de verificar la conclusión lógica se logra al trabajar con una matriz de 1000 frases de entrada y 1000 frases de salida; en general el trabajo de Escobar aporta ítems prácticos para el desarrollo del entrenamiento de una RNA para traducir texto del español a idiomas indígenas, ya que describe de forma clara los conceptos fundamentales para realizar un entrenamiento que genere como resultado una traducción coherente.

Entre los trabajos que aportan una perspectiva más compleja y detalla del tema de redes Neuronales se destaca el trabajo "Combining translation memories and statistical machine translation using sparse features" [12] , el cual describe los beneficios de combinar las memorias de traducción (TMS) y la traducción automática estadística (SMT), esta combinación se produce gracias al uso de características aleatorias de tiempo de ejecución durante la decodificación, su trabajo se basa tanto en frases como en sintaxis y la aplicación de pruebas se efectuó realizando traducciones de inglés a francés y de inglés al español obteniendo resultados considerablemente buenos [12],[13],[14].

En lo referente al trabajo de tesis "redes neuronales recurrentes para inferencia gramatical y traducción automática" realizado por Asunción Castaño [15] es de destacar el uso de Redes Neuronales Recurrentes (RNRs); el objetivo de utilizar estas redes es demostrar empíricamente que pueden resolver tareas específicas dentro del campo de la Inferencia Gramatical (IG), para proponer soluciones a problemas de Traducción Automática (TA) entre lenguajes e igualmente realizar de manera efectiva las tareas estadísticas que generan los datos de entrada.

El uso de Redes Neuronales Recurrentes para la traducción automática descrito en varios trabajos [15],[16],[17],[18] describen que para la buena compresión es necesario identificar las características sintácticas y semánticas para finalmente plantear un diseño conexionista para traducir naturalmente de un lenguaje a otro sin tener que pasar por una interlingua (sistema lingüístico de transición).

El articulo denominado "consideraciones sobre el desarrollo de un sistema experto para la traducción automatizada" de la revista de traductología [19] abarca los pasos necesarios para poder desarrollar un sistema experto para la traducción automática, estos pasos consisten en determinar en primer lugar el método para la captación de información, en segundo lugar la descripción del proceso de traducir, en tercer lugar la traducción automatizada y un apartado detalla de los factores a utilizar y las redes neuronales en el cual describe que existe la problemática de utilizar factores como palabras ya que el lenguaje cambia constantemente afectando el correcto funcionamiento del programa, teniendo en cuenta lo anterior los autores proponen utilizar una serie de redes neuronales dinámicas, las cuales solo tendrán en cuenta la red semántica y el valor del factor dependerá de los usos frecuente que utilice el sistema, también explican que los nodos de

entrada, salida y enlaces dependerán del tamaño y de la riqueza léxica del texto y enfatizan que la Red Neuronal Artificial no realiza una traducción en la que se le entrega un texto como entrada y nos da una traducción como salida, lo que realiza la Red Neuronal Artificial es ajustar los factores de utilización para elegir la mejor traducción entre las posibles traducciones y finalmente que la Red Neuronal Artificial depende de su entrenamiento y experiencia para conseguir una traducción más acertada [19].

Es importante mencionar que Yoav Goldberg en su trabajo "A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing" [20], explica detalladamente cómo se pueden utilizar diferentes modelos de RNAs para el procesamiento automático del lenguaje natural, como deben ser las codificaciones de entrada y la aplicación de redes feed-forward, recurrentes y recursivas, así como la aplicación del cálculo del gradiente automático, este trabajo destaca totalmente por el detalle con que desarrolla los temas en especial las delimitaciones para los datos de entrada y las representaciones de las palabras así como el proceso de entrenamiento y las limitaciones y regulaciones del mismo, también cabe destacar el esfuerzo del autor por motivar constantemente a utilizar las redes neuronales y la explicación matemática y estadística de las mismas.

Finalmente, dentro de la traducción automática basada en reglas, según Llerena [21] existen dos modalidades, la basada en reglas por trasferencia y la basada en reglas interlingua. La traducción automática basada en reglas por trasferencia realiza un análisis de lo que se va a traducir y se encarga de remplazar palabra a palabra por un equivalente. Por otro lado la traducción automática basada en reglas interlingua utiliza una tercera lengua de referencia con estructura similar para la lengua de origen y destino, por lo que bajo esta modalidad las palabras pasan de una lengua de origen a un lengua intermedia, para finalmente llegar a la lengua destino [21]; Para concluir, es importante señalar que se considera como factor determinante para el éxito de un traductor la construcción de una base de datos completa y la efectividad del programa para buscar rápidamente las palabras en ella [21].

4 METODOLOGÍA

Para determinar la mejor metodología para un proyecto de redes neuronales aplicadas a la traducción de lenguas indígenas, se identificó gracias a los trabajos de Silva y Danilo e igualmente al trabajo de Cogollo y Velázquez que se puede implementar una metodología similar a la que se utiliza para proyectos de agentes inteligentes [22],[23].

Las fases propuestas para el diseño y pruebas de una RNA para traducción de idioma español a un idioma indígena se describen a continuación:

4.1. Fase 1. Exploratoria

Búsqueda y recolección documental de temáticas relacionadas con RNA para traducción automática e información relacionada con las TICS y las comunidades indígenas, estructura del idioma y aspectos culturales.
Fuentes de información: Libros, Artículos de revistas científicas, artículos web y expertos.
Fuentes Primarias: Información relevante de las comunidad e idioma indígena.
Fuentes Secundarias: Información relacionada con redes neuronales artificiales.

4.2. Fase 2. Procesamiento de los datos.

Elección, organización y enriquecimiento del conjunto de datos obtenido de la fase exploratoria.

4.3. Fase 3. Determinación del modelo.

Análisis estadísticos del conjunto de datos, para posteriormente analizar y obtener tener una primera aproximación; igualmente se establece cuál es la RNA más adecuada y el algoritmo de entrenamiento para la traducción automática.

4.4. Fase 4. Diseño de la red neuronal.

Elección de la metodología para requerimientos, análisis, y diseño, con la finalidad de extraer las características y requisitos de la Red Neuronal Artificial para traducción automática.

4.5. Fase 5. Entrenamiento y pruebas.

Se realizan el entrenamiento y pruebas de la Red Neuronal Artificial con un conjunto de datos definidos en tablas.

4.6 Fase 6. Análisis de los resultados.

En el análisis de resultados correspondiente a la etapa 6 se verifican los resultados obtenidos, estos deben ser los esperados, deben tener coherencia y se deben comparar con los resultados de los análisis estadísticos y la gráfica.

5 ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de tipos de redes neuronales se presenta en la Tabla 1. En la cual se describen el tipo de red neuronal, características, ventajas y desventajas.

Tabla 1. Comparativa de redes neuronales propuestas para traducción de textos.

Tipo de Red	Características	Ventajas	Desventajas
Perceptrón multicapa de Casañ, y Castaño	Utiliza modelo de poda el cual consiste en utilizar el algoritmo de Esqueletonización junto con el cambio de la función de error para la eliminación progresiva de unidades de la capa oculta.	Mejores resultados de traducción texto a texto gracias a la implementación de retrasos de tiempo.	Posee un límite de palabras a traducir. No es totalmente automático.
Perceptrón multicapa de escobar.	La red en perceptrón multicapa con backpropagation, lo anterior con la finalidad de obtener conclusiones lógicas gracias a un apropiado entrenamiento y a entradas adecuadas.	Alto porcentaje de éxito utilizando una matriz de 1000 frases de entrada y 1000 frases de salida.	Entrada fija y consultas específicas.
Combining translation memories and statistical machine translation using sparse features.	Combina memorias de traducción (TMS) y traducción automática estadística (SMT).	Se basa tanto en frases como en sintaxis. Resultados de traducción obtenidos muy precisos.	Se aplicó solo a la traducción de de inglés a francés y de inglés al español.
Redes Neuronales Recurrentes.	Diseño conexionista para traducir naturalmente de un lenguaje a otro sin tener que pasar por una interlingua (sistema lingüístico de transición).	Pueden propagar la información hacia delante en el tiempo	Elevados tiempos de procesamiento
Redes neuronales dinámicas.pania	Utiliza una red semántica y el valor del factor dependerá de los usos frecuente que utilice el sistema, ajustar los factores de utilización para elegir la mejor traducción entre las posibles traducciones.	los nodos de entrada, salida y enlaces dependerán del tamaño y de la riqueza léxica del texto	Largos periodos de entrenamiento para conseguir traducciones acertadas.
Redes feed-forward, recurrentes y recursivas.	Aplica el cálculo del gradiente automático, las delimitaciones para los datos de entrada y las representaciones de las palabras.	Actualizan sus pesos con respecto a la función de error al final de la red y no requieren tantas actualizaciones y cálculos.	Proceso de entrenamiento con variadas limitaciones. Sólo trasmite información hacia las capas siguientes generando propagación hacia atrás en el tiempo.

6 APLICACIONES E IMPACTO

El desarrollo de aplicaciones que usando redes Neuronales garanticen traducciones coherentes y disminuyan los problemas descritos por Castillo, Cardenas, Curti y Casco [24] de la información disponible en internet a un idioma indígena contribuirá con:

1. Uso adecuado de los equipos de cómputo y acceso a la información disponible en la web.
2. Conservación y divulgación de los idiomas indígenas.
3. Capacitación sobre políticas y leyes de estado, que permita a las comunidades conocer sus derechos y participar en las esferas políticas, especialmente en lo relacionado con el postconflicto.
4. Educación en el idioma materno a los niños indígenas garantizando el derecho a la educación e igualmente promover la conservación del idioma y su transmisión de una generación a otra.
5. Acceso a temáticas médicas que les permitan a las comunidades indígenas una mejor comunicación al momento de acceder a los sistemas de salud e igualmente un mejor conocimiento sobre enfermedades, salubridad, vacunación, etc.

7. CONCLUSIONES

En general los diferentes trabajos analizados dan una visión más clara y precisa de los pasos a seguir para diseñar e implementar una RNA para la traducción automática del idioma español a un idioma indígena, finalmente se pudo establecer que las investigaciones realizadas hasta el momento no han considerado en entrenamiento de una Red Neuronal Artificial que utilice como entrada datos de un idioma indígena y que garantice que la salida cuenta con coherencia gramatical, lo cual genera la posibilidad de realizar un estudio del comportamiento y entrenamiento de las RNA con respecto a un idioma con estructura gramatical poco común.

Luego de analizar las diferentes investigaciones que se han desarrollado entorno al diseño de RNA para la traducción automática de textos [6-32] se puede determinar que implementar un perceptrón multicapa con un algoritmo de aprendizaje adecuado para la traducción de idiomas indígenas permitirá apoyar los desarrollos informáticos existentes brindando un mecanismo que garantice la coherencia gramatical del texto resultado de la traducción automática y por tanto podría facilitar el acceso de las comunidades indígenas a la información disponible en internet gracias a una traducción coherente en su propio idioma.

Finalmente es de resaltar la importancia de desarrollar proyectos enfocados al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que beneficien a las comunidades indígenas de una región, ya que estos desarrollos ayudan a conservar dialectos que están desapareciendo y facilitar la educación a niños indígenas en su propio idioma.

REFERENCIAS

[1] Computadores para educar, *Informe de gestión de Computadores para Educar 2014*, (Informe de Gestión No. BPIN 0012052110000). (p. 9). Gobierno Nacional, 2014.

[2] R. Asís, *"Las Tic Y Su Inmersión En Los Proyectos Etnoeducativos De Las Comunidades Indígenas",* Asociación Nacional Para el Desarrollo Social ASOANDES, Computadores para educar. 2014.

[3] Quero Ramones, S., & Madueño Madueño, L. Süchiki Walekerü: un ejemplo del uso de las TIC en escuelas indígenas, caso WayuuEducere, 10(34). 2006.

[4] Morales Urrutia, Elizabeth Katalina; Morales Urrutia, Ximena Alexandra; Ocaña Chiluisa, Jose Miguel. Las TICS en la educación intercultural. Revista Publicando, [S.l.], v. 4, n. 11(1), p. 369-379, jun. 2017. ISSN 1390-9304. [Online]. Available: http://www.rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/531 . Fecha de acceso: 30 marzo. 2017

[5] Castillo, E., Meza, E., Garcés, S., & Camacho, W. Micromundo de aprendizaje como apoyo en las prácticas educativas de la lengua nam trik de Totoró-Cauca (Colombia)"namoi po jaumai amkun". Informática Educativa Comunicaciones, (24).

[6] Paniagua, C. G. F., Ollero, A. D., Berrocal, J. L. A., de Aldana, E. R. V., & Rodríguez, Á. F. Z. *Consideraciones sobre el desarrollo de un sistema experto para la traducción automatizada*. TRANS. Revista de Traductología, (1), 59-73. 2017.

[7] Miangah, T. M. Automatic Translation of Source Language Noun Phrases Using a Raw Corpus of Target Language. Translation Studies Quarterly, 14(54). (2016).

[8] Bahdanau, D., Cho, K., y Bengio, Y. (2014). Traducción automática neuronal aprendiendo conjuntamente a alinear y traducir. ArXiv preprint arXiv: 1409.0473

[9] Yonghui Wu, Mike Schuster, Zhifeng Chen, Quoc V Le, Mohammad Norouzi, Wolfgang Macherey, Maxim Krikun, Yuan Cao, Qin Gao, Klaus Macherey, et al. Google's neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation. arXiv preprint arXiv:1609.08144, 2016. [Online]. Available:https://arxiv.org/pdf/1609.08144.pdf.

[10] Casañ, G A y Castaño, M A. Generación automática de codificaciones de vocabularios para Traducción Automática mediante Redes Neuronales. Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. 175-186. [Online]. Available:http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92582213, 2004.

[11] Escobar, X. *Traducción automatizada basada en algoritmos de redes neuronales artificiales* (Te). Universitat Rovira I Virgili, España. [Online]. Available:http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1411pub.pdf. 2009.

[12] Li, L., Parra Escartín, C., Way, A., y Liu, Q. *Combining translation memories and statistical machine translation using sparse features. Machine Translation*.*30*(3), 183–202. [Online]. Available:https://doi.org/10.1007/s10590-016-9187-6. 2016.

[13] Hagan, Demuth. Beale. Neural Network Design, PWS Publishing, 1996.

[14] Timothy Masters. *"Practical Neural Network Recipes*", Edit, Morgan Kaufman, USA, 493 pp.

[15] Castaño Álvarez, A. Redes neuronales recurrentes para inferencia gramatical y traducción automática. Universitat Politècnica de València, España. 1998.

[16] Ranzato, M., Chopra, S., Auli, M., and Zaremba, W. Sequence level training with recurrent neural networks. In International Conference on Learning Representations (2015).

[17] Schuster, M., and Paliwal, K. Bidirectional recurrent neural networks. IEEE Transactions on Signal Processing 45, 11 (Nov. 1997), 2673–2681.

[18] Zaremba, W., Sutskever, I., and Vinyals, O. Recurrent neural network regularization, 2014.

[19] Alonso Berrocal, J. L., Domínguez Ollero, A., Figuerola Paniagua, C. G., Vázquez de Aldana, E. R., and Zazo Rodríguez, Á. F, Consideraciones sobre el desarrollo de un sistema experto para la traducción automatizad. *TRANS: revista de traductología*, (1), 59–72. 1996.

[20] Goldberg, Y. A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing. J. Artif. Intell. Res. (JAIR), 57, 345-420. 2016

[21] Llerena García, E. Software traductor de español a lengua kuna. Presentado en XXVII Congreso Nacional y I Internacional de Lingüística, Literatura y Semiótica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Tunja. 2012.

[22] Silva, L., y Danilo, F. Análisis comparativo de la productividad de metodologias CommonKADS vs Buchanan para el desarrollo de un sistema experto de gestión de cultivos para la JURECH. (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). 2016.

[23] Cogollo, M. R., y Velasquez, J. D. Methodological advances in artificial neural networks for time series forecasting. IEEE Latin America Transactions, 12(4), 764-771.2014.

[24] Castillo, J. J., Cardenas, M. E., Curti, A., & Casco, O. Software para asistencia en la creación de corpus para sistemas de análisis de texto no estructurado. In XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Salta, 2015). 2015.

[25] Luong, M.-T., Pham, H., and Manning, C. D. Effective approaches to attention-based neural machine translation. In Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (2015).

[26] Bahdanau, D., Cho, K., and Bengio, Y. Neural machine translation by jointly learning to align and translate. In International Conference on Learning Representations (2015).

[27] Cho, K., van Merrienboer, B., Gülçehre, Ç., Bougares, F., Schwenk, H., and Bengio, Y. Learning phrase representations using RNN encoder-decoder for statistical machine translation. In Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (2014).

[28] Sébastien, J., Kyunghyun, C., Memisevic, R., and Bengio, Y. On using very large target vocabulary for neural machine translation. In Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing (2015).

[29] Md. Monjurul Islam, A. S. M. Latiful Hoque, "Automated essay scoring using Generalized Latent Semantic Analysis", Computer and Information Technology (ICCIT) 2010 13th International Conference on, pp. 358-363, 2010.

[30] Zamora-Martinez, F , Castro-Bleda, M. Traducción automática basada en n-gramas conexionistas **Procesamiento del Lenguaje Natural,** [S.l.], v. 45, p. 221-228, sep. 2010. ISSN 1989-7553. [Online]. Available:http://journal.sepln.org/sepln/ojs/ojs/index.php/pln/article/view/779/633. Fecha de acceso: 23 jul. 2017

[31] J. L. H. Linares y J. A. C. Hernández, (2013) "Ontologías autónomas mediante el uso de redes neuronales auto organizadas". Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013) "Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity" August 14 - 16, 2013 Cancun, Mexico.

[32] Garrido, P., Martinez, F. J., Vela, F. J., Tramullas, J., & Plaza, I. Detección de idioma de sitios web mediante redes neuronales. [Online]. Available: http://init.unizar.es/paco/papers/estylf2010.pdf [Accessed 22 Aug. 2017].

[33] J. T. Gironés, "Traducción automática de textos entre lenguas similares utilizando métodos estadísticos," Tesis doctoral, Dept. De sistema informáticos y computación, Universidad de Valencia, Valencia, 2003.

[34]Vega, M. G. (2007). Resolución de la ambigedad léxica mediante aprendizaje por cuantificación Vectorial. Procesamiento del Lenguaje Natural, 38.

[35] C. Armentano Oller et al., "Apertium, una plataforma de código abierto para el desarrollo de sistemas de traducción automática", 2007.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MINERÍA DE TEXTOS EN INGENIERÍA CENTRADA EN EL APRENDIZAJE COLABORATIVO COMO EXPERIENCIA EDUCATIVA

YANETH PATRICIA CAVIATIVA CASTRO
Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia
Janeth.caviativa@umb.edu.co

ADAN BELTRAN GOMEZ
Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia
Adan.beltran@docentes.umb.edu.co

LIZETH VANESSA JARAMILLO
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
lvjaramilloc@correo.udistrial.edu.co

VALENTINO JARAMILLO GUZMÁN
Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia
Valentino jaramillog@yahoo.es

MARÍA INÉS MANTILLA
Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia
Maria.mantilla@docentes.umb.edu.co

RESUMEN

En la educación en ingeniería de sistemas hay desafíos pedagógicos debido a la aparición continua de tecnologías emergentes que no llegan a tiempo para el diseño curricular de programas académicos en universidades. Estas tecnologías emergentes requieren que los estudiantes se apropien correctamente de los nuevos conceptos y modelos para su desempeño laboral adecuado en un futuro próximo. Una forma de afrontar este desafío es la educación continua a través de cursos o certificaciones virtuales que buscan mantener a los estudiantes actualizados dentro de las nuevas tecnologías. En este contexto se presenta una experiencia con el diseño, desarrollo e implementación de un título virtual en minería de textos utilizando técnicas de trabajo colaborativo y cinco objetos virtuales de aprendizaje en estudiantes de ingeniería de sistemas. Este estudio descriptivo cualitativo se basa en un estudio de caso como modelo de investigación. Los resultados positivos en la construcción de conocimiento significativo se obtuvieron con esta herramienta de aprendizaje. También se generó una caracterización del aprendizaje colaborativo.

KEYWORDS

Collaborative work, text mining, virtual learning objects, collective interdependence.

1. INTRODUCCION

Este artículo presenta los resultados de un proyecto de investigación que pretende fortalecer las estrategias de integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación superior a través de cinco objetos virtuales de aprendizaje (VLO). Los objetos de aprendizaje de diseño dinámico y de fácil aplicación pueden ayudar a la información a ser clara y sencilla. VLO permite al estudiante acceder a estas páginas virtuales para construir conocimiento significativo y por lo tanto puede ser utilizado como una estrategia por los estudiantes de ingeniería de sistemas que caracterizan trabajo colaborativo.

2. ANTECEDENTES

La Ley 1341 del 30 de julio de 2009 establece la prioridad al acceso y uso de las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) en condiciones no discriminatorias para toda la sociedad colombiana, priorizando el acceso a la producción de bienes y servicios. Del mismo modo, el guía número 21 destaca la importancia de capacitar a los estudiantes competentes para que realicen, de manera efectiva, una habilidad o habilidad en un trabajo específico. Las competencias profesionales generales y específicas, así como las básicas y cívicas, que deben desarrollarse en la juventud, se describen como parte integrante del sistema educativo colombiano. En el capítulo 1 del Plan decenal de educación 2006-2016 (MEN, 2006), un tercer tema se denomina renovación pedagógica y el uso de las TIC en la educación en Colombia con los siguientes objetivos macroeconómicos: Fortalecimiento de los procesos pedagógicos a través de las TIC Innovación pedagógica e interacción de actores educativos Fortalecimiento de los proyectos educativos y mecanismos de seguimiento Según estudios previos, se ha evidenciado que una de las líneas de pensamiento que orientan el cambio educativo es la vinculada con la colaboración. Los sistemas colaborativos intentan encontrar un modelo que incluya a los diferentes participantes, las tareas a llevar a cabo y los modos de colaboración. El papel de la tecnología es facilitar las comunicaciones, pero también puede desempeñar el papel de promotor y organizador dando apoyo al trabajo de un grupo de personas en tareas de aprendizaje (Barros y Verdejo, 2000). Por lo tanto, las actividades de formación realizadas con estudiantes de ingeniería de sistemas han evidenciado nuevos problemas que hacen necesario avanzar en la conceptualización del aprendizaje colaborativo a través de la investigación educativa. Uno de los primeros elementos a tener en cuenta como base de cada aprendizaje, y especialmente el aprendizaje colaborativo, es la interacción comunicativa.

Al analizar el tema del aprendizaje colaborativo es necesario hacer algunas precisiones. Según Dillenbourg, et al. (1995), es necesario diferenciar la resolución de problemas del aprendizaje y la colaboración de la cooperación. Desde un enfoque psicológico, se considera que el aprendizaje y la resolución de problemas comparten procesos similares, pero para las ciencias computacionales estos son diferentes. De acuerdo con lo anterior, Wessner y Pfister (2001) describen este tema de manera similar.

Del mismo modo, Levy (2004) describe que el aprendizaje colaborativo implica la participación de "dos o más personas con el objetivo común de adquirir conocimientos, que están dispuestos a compartir sus conocimientos y experiencias, en un marco de interacción y acciones de comunicación dirigidas a alcanzar estos objetivos "(P.33).

De esta manera, el aprendizaje colaborativo se ofrece como una alternativa para el aprendizaje y la mejora de la competencia y el individualismo.
Del mismo modo, Arteaga y Fabregat (2003) indican que "un equipo colaborativo debe tener una interdependencia positiva, la responsabilidad individual, promover la interacción y el uso adecuado de las habilidades sociales, son elementos que generan condiciones para una colaboración efectiva". El aprendizaje colaborativo se caracteriza por su autonomía, liderazgo, asignación de tareas, gestión del tiempo, responsabilidad en las actividades y otros; Si bien el trabajo colaborativo tiene el propósito de construir nuevas ideas, el profesor predetermina los grupos de trabajo y da directrices de trabajo.

3. **RESEARCH QUESTION**

¿Cuáles son las características del aprendizaje colaborativo cuando se implementa como una estrategia en un diplomado en la minería de texto dirigido a estudiantes de ingeniería de sistemas?

Objetivo General.

Caracterizar el aprendizaje colaborativo mediante el desarrollo de una estrategia didáctica que fortalezca las habilidades cognitivas en los conceptos de minería de textos en estudiantes de ingeniería de sistemas.

Objetivos Específicos.

• Diseñar una estrategia didáctica para fortalecer las capacidades cognitivas para el aprendizaje colaborativo con conceptos de minería de texto
• Implementar la estrategia didáctica en los estudiantes de ingeniería para fortalecer la apropiación social del conocimiento significativo
• Analizar el aprendizaje colaborativo a través de la aplicación de la estrategia didáctica

Marco Teórico

Las TIC pueden definirse de dos maneras: las tecnologías tradicionales de comunicación, constituidas principalmente por la radio, la televisión y la telefonía convencional; Y tecnologías modernas como la informática y la telemática. Las TIC pueden contribuir al acceso universal a la educación, a la igualdad en la enseñanza, a la experiencia docente y al aprendizaje de alta calidad, así como al desarrollo profesional. Las TIC son una herramienta para la nueva educación (Vargas y Ricardo, 2015).
Desde un enfoque pedagógico esta propuesta se enmarca en un modelo constructivista considerando que aprender objetos virtuales son un conjunto de recursos digitales, como en (MEN, 2007) afirma a través de su página web portal ColombiaAprende, y pueden ser utilizados en diferentes contextos, con un Educativo.
En los enfoques del constructivismo social existen caminos abiertos para el desarrollo del aprendizaje colaborativo. El psicólogo Vygotsky (1978) desarrolló teorías que, más que la contribución psicológica, hacen una contribución social que sirve como base para lo que implica el aprendizaje colaborativo. El constructivismo afirma que cada individuo, como su nombre lo indica, es capaz de construir su propio aprendizaje haciendo uso de sus habilidades y, desde la perspectiva de Vygotsky, a través del social. El constructivismo busca ayudar a los estudiantes a internalizar, reorganizar o transformar nueva información.

Esta transformación se produce a través de la creación de nuevos aprendizajes y esto viene de la aparición de nuevas estructuras cognitivas (Grennon y Brooks, 1999). El presente trabajo de investigación desde la posición socio-constructivista requiere un diseño flexible, que facilite la construcción de conocimiento significativo, a través de la investigación progresiva, la participación, la organización y la estructuración de actividades, dirigidas y acompañadas por el tutor

En el caso de la implementación del aprendizaje colaborativo en diseño OVA, el autor Gros (2007) menciona que son los mismos socios que conforman el entorno social. Realizan diferentes procesos de intervención, contribuciones, correcciones, revisiones, sugerencias, entre otras, construyendo así una red de apoyo y desarrollo del aprendizaje colectivo. El procesamiento del grupo, según Johnson y Johnson (1999), puede definirse como la reflexión sobre una actividad de grupo para ver qué acciones de sus miembros son útiles y cuáles no son útiles y para tomar decisiones sobre qué acciones mantener y cuáles deben cambiar . El propósito del procesamiento grupal es aclarar y mejorar la efectividad individual de cada uno de los miembros del grupo y, por lo tanto, del grupo en su conjunto.

Dillenbourg (1999) sugiere una relación entre la concepción del conocimiento con las nuevas tecnologías y el área que cubren para la ejecución de proyectos y trabajos de grupo que necesitan la interacción constante entre los sujetos asincrónicamente. Según Dreves (2000), las principales características del aprendizaje colaborativo son la interdependencia positiva, la interacción, la contribución individual y las habilidades personales y grupales. Palloff y Pratt (2005) afirman que el aprendizaje colaborativo desarrolla el pensamiento crítico, el desarrollo del conocimiento, la reflexión continua, la transformación del aprendizaje inicial y el uso de las TIC.

El aprendizaje colaborativo se caracteriza por tres familias de análisis: la interdependencia colectiva, los hábitos sociales y los procesos de evaluación. Para este proyecto nos hemos centrado en el análisis de la familia: la interdependencia colectiva. Las subcategorías y descriptores dentro de esta familia se describen en la Tabla 1

Tabla 1. Familia de análisis de la categoría de interdependencia colectiva. Fuente: Johnson y Johnson (1999)

Interdependencia colectiva		
Responsabilidad del grupo	Promoción grupal	Aumento de autoestima
• Cada estudiante está preocupado por el desarrollo del grupo. • Las posturas pasivas, dominantes o competitivas se reducen a través de la interacción entre pares	• Aprenden a complementar las habilidades y habilidades individuales con las del grupo de una manera que optimiza las posibilidades de obtener el logro propuesto. • El grupo da retroalimentación a cada individuo del grupo para que su desarrollo corresponda al nivel de logro alcanzado.	• Todos los miembros son responsables. • Las habilidades y características de los elementos que demandan la actividad se distribuyen de forma heterogénea dentro del grupo. • El grupo reconoce su efectividad comparándose con

	• Se cambia la competitividad asegurando el aprendizaje de cada miembro del grupo	otros grupos y retroalimentando su propio progreso

Existen varios modelos de diseño instruccional como el Modelo Asegurado y el Modelo Instruccional de Dick y Carey (Martínez, R. y Azucena, C., 2009), entre otros. Un modelo instruccional que contiene una metodología estructurada es ADDIE, compuesto de cinco actividades básicas: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Para el desarrollo del presente trabajo seguimos el modelo ADDIE (Williams, Schrum y Sangrá, 2004) que mostramos en la Figura 1.

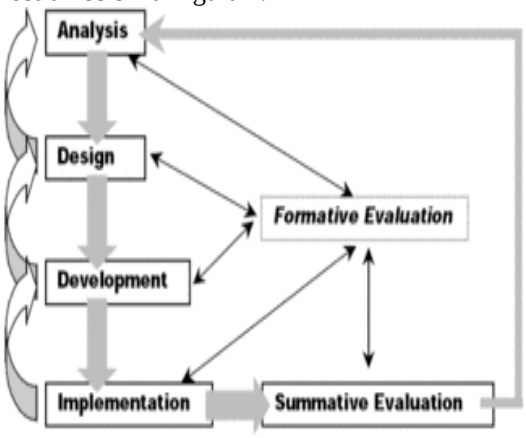


Figure 1. modelo ADDIE (Williams, Schrum and Sangrá, 2004). Source: https://www.bhten.com/planning-instructional-design

METODOLOGÍA

La metodología que se implementa en este estudio es cualitativa, siendo un estudio descriptivo e interpretativo, considerando el rigor metodológico propuesto por Castillo y Vásquez (2003). El pilotaje se llevó a cabo con 20 estudiantes del último semestre de programas de ingeniería de sistemas de diferentes universidades del país. Estos estudiantes, adultos, que cuentan con una variedad de dispositivos móviles electrónicos y con conectividad inalámbrica, se inscribieron y cumplieron con los requisitos para pasar el diplomado en "Text mining y sus aplicaciones en las organizaciones". Interactúan a través de actividades definidas en las LVO, que contienen lecturas, estudios de casos y resolución de problemas.

Para la construcción de las VLO se consideraron dos aspectos principales: diseño pedagógico y de contenidos.

Diseño del contenido: La estructura temática de la VLO fue organizada por subtemas que fueron presentados en formato de tabulación sin transición. Cada ficha representaba un tema del diploma en la minería de textos. El contenido de los módulos se proporcionó con material de referencia de diversas fuentes y formatos. En total, se utilizaron recursos educativos digitales abiertos, así como materiales con licencia de Creative Commons: documentos PDF, diapositivas en ppt, flash, video HTML incrustado con código incrustado, imágenes y enlaces a páginas web especializadas. En el componente evaluativo, además del

componente disciplinario orientado desde lo teórico y lo práctico, el estudiante debe tener conocimientos básicos en el manejo de la plataforma y sus protocolos automatizados tales como chats, foros, wikis, mapas conceptuales y simuladores en línea.

Diseño pedagógico: El tipo de aprendizaje que apoyan las LVO se centra en la necesidad de guiar al estudiante hacia el aprendizaje colaborativo. El rol del Tutor es: diseñar y desarrollar las VLOs, acompañar al alumno, orientar el proceso de desarrollo de los contenidos temáticos, fomentar el trabajo colaborativo a través de la discusión y análisis de los fenómenos en los foros.

El análisis del protocolo automatizado "foro" se desarrolló de la siguiente manera:

• Se desarrolla la categoría "Interdependencia Colectiva" y la subcategoría "Aumento de la autoestima" del sistema de categorías Johnson y Johnson (1999) (ver Tabla 1)

• Basados en el sistema de categorías de Johnson y Johnson (1999) se crean los descriptores (ver Tabla 2)

• Se seleccionan 3 Foros para la aplicación del sistema de categorías-subcategorías-descriptores

• Cada foro está codificado independientemente

• La unidad de codificación elegida es el mensaje completo porque algunos mensajes pueden codificarse con más de un descriptor

• Los instrumentos seleccionados (foros) se codifican independientemente y se comparan con las codificaciones realizadas

• Las nuevas situaciones encontradas se incluyen dentro de las categorías generadas

• Cada nueva categoría se define y describe para que pueda integrarse correctamente en la clasificación inicial

• Al final de este proceso se obtienen las citas de un sistema de categorías para el análisis del aprendizaje colaborativo o crowdsourcing con LVOs La triangulación de la información obtenida en los instrumentos de foros se realiza a partir de su transcripción y análisis línea por línea utilizando el software Atlas TI. La información obtenida en los foros está intersectada con las categorías de análisis (mostradas en la Tabla 1).

Los códigos iniciales se adquieren a partir de los criterios de relevancia para la asertividad en el cruce. Los códigos iniciales agrupados en categorías son el objeto de la realización de redes de análisis a partir de las cuales se establecen relaciones cruzadas que permiten iniciar la interpretación de los datos.

RESULTADOS

El diploma en la minería de texto fue apoyado por cinco VLO. En la Figura 2 se muestra una instantánea de uno de los VLO.

La caracterización del aprendizaje colaborativo se obtuvo cruzando los tres protocolos automatizados (foros) con el análisis narrativo de los mensajes (línea por línea). Estas actividades dieron datos por línea de texto como sigue: foro 1 (392 líneas textuales), foro 2 (193 líneas) y foro 3 (214 líneas). La caracterización del aprendizaje colaborativo fue apoyada a través de la elaboración de un sistema de categorías de filtros.

Figure 2. Virtual learning object of the "Text mining an its application in organizations" virtual degree

Tabla 2. Categories, subcategories and analysis descriptors

Category	Subcategory	Descriptor
Collective interdependence	Group responsibility 149	Shared interests 77
		Ethical group responsibility 72
	Group promotion 132	Contribution to the motivational dialogue 38
		Recognition of the other 64
		Complementation of contributions 10
		Communication within the group 20
	Increase of self-esteem 163	Recognition of one's work 151
		Distribution of responsibilities 12

Estas categorías de filtros fueron los descriptores identificados por los investigadores como se muestra en la Tabla 2. El número que acompaña a las subcategorías y descriptores representan la frecuencia relativa del elemento una vez procesado en el software Atlas TI. El estudio cualitativo realizado con Atlas IT generó la red semántica mostrada en la Figura 3. Esta investigación fue capaz de identificar categorías de apoyo narrativo que permitan la interdependencia colectiva del enfoque de Johnson y Johnson (1999) como se muestra en la Tabla 2. Estas categorías describen criterios tales como: responsabilidad de grupo (intereses compartidos, responsabilidad ética del grupo); Promoción de grupos (contribución al diálogo motivacional, reconocimiento del otro, complementación de aportes, comunicación dentro del grupo); Y el aumento de la autoestima (reconocimiento del propio trabajo, distribución de responsabilidades). Así como, la relación de

las habilidades sociales de la responsabilidad individual (contribución al conocimiento, autonomía, comunicación directa como elemento emergente, conocimiento reflexivo); Respeto por el trabajo del otro (compromiso ético); Normas de convivencia (comunicación por etiqueta); Uso del espacio de desarrollo (uso de las TIC en la construcción colectiva), como fuentes de validez en el aprendizaje.

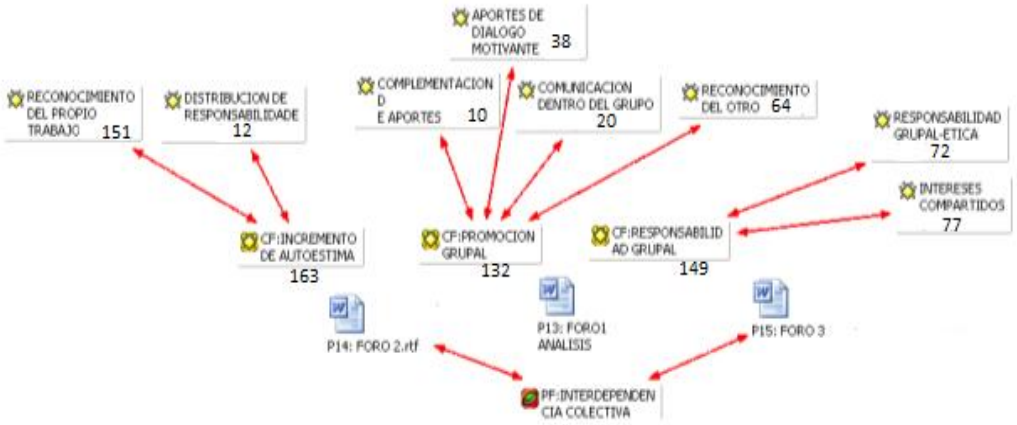


Figura 3. Red semántica generada con software Atlas TI

La forma de aportación colaborativa depende de la autonomía y el liderazgo considerados como elementos de características en el análisis dentro de las actividades, así como la relación de los procesos de responsabilidad individual que incluyen un elemento de reflexión individual. Dentro de las categorías de aprendizaje colaborativo se encontró concordancia con la teoría, que estableció que las capacidades y competencias individuales se complementan con las de grupo para que se maximicen las siguientes posibilidades: lograr la meta propuesta, retroalimentación a cada individuo del grupo de manera que su desarrollo Corresponde con el nivel del logro obtenido, y la falta de competencia para la seguridad de cada miembro de aprendizaje. En esta categoría se destacó la comunicación de etiqueta, así como el diálogo cordial, respetuoso e inclusivo, que permitió el fortalecimiento de la asociación. Esto confirma la importancia de la colaboración como elemento imprescindible en los sistemas de comunicación humana. Estas categorías están en convergencia con los descriptores de Johnson y Johnson (1999), aludiendo a una conexión con procesos individuales, que inducen autónomamente a mejorar las habilidades de comunicación. Estos se refinan en la medida en que los mecanismos y estrategias de comunicación se relacionan con cada miembro del grupo.

CONCLUSIONES

La siguiente investigación fue capaz de caracterizar el trabajo colaborativo en estudiantes de ingeniería de sistemas que participan en un diplomado en minería de texto. Ser capaz de diseñar VLO en áreas de ingeniería se convierte en un excelente recurso pedagógico virtual que se puede utilizar sin importar dónde esté la persona. Estos objetos de aprendizaje cumplen el esquema de organización que se extrae de una planificación pedagógica que permite mejorar y enriquecer el aprendizaje educativo.

El uso del VLO en el grado de minería de textos evidenció los beneficios que se pueden obtener, que consisten en tener la capacidad de organizar, clasificar y recuperar textos automáticamente, así como la gestión del tiempo de manera independiente permitiendo la accesibilidad a los contenidos de aprendizaje, Creando escenarios para la co-evaluación y facilitación de la comunicación sincrónica y asincronica, rompiendo las barreras del espacio-tiempo. Estos objetos pueden ser enfocados hacia el aprendizaje colaborativo y pueden ser identificados como un ejercicio para determinar el esquema de asociación. Esta herramienta es positiva ya que refuerza la comunicación, la reflexión, el trabajo en equipo y ayuda a fortalecer el papel educativo que se espera dar hoy en día.

La interdependencia colectiva se observó en la construcción del aprendizaje apoyado en instrumentos colaborativos en los que no había evidencia de posturas de competencia sino de interacción grupal. Los intereses fueron compartidos en la formación profesional frente a su práctica diaria y experiencia laboral.

Del aprendizaje colaborativo y del área de la informática se propició la construcción de conocimiento significativo en el tema de la minería de textos.

El proceso de análisis con la herramienta Atlas TI contribuyó a la caracterización del aprendizaje colaborativo, evidenciado a través de la red semántica.

Del proceso de análisis se puede decir que fue una buena estrategia. El análisis en Atlas TI contribuyó a la caracterización del aprendizaje colaborativo y con la descripción de las categorías se logró el análisis del aprendizaje.

RECOMMENDACIONES

Como continuación de este trabajo se pretende analizar las categorías de hábitos sociales y procesos de evaluación para caracterizar plenamente el aprendizaje colaborativo o crowdsourcing.

REFERENCIAS

Arteaga, C., and Fabregat, R. (2003). *Integración del aprendizaje individual y del colaborativo en un sistema hipermedia adaptativo*. Institut d'Informàtica i Aplicacions (IIiA), Italia.

Barros, B., and Verdejo, M. (2000). Analysing students interactions process for improving collaboration. The DEGREE approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11*, 221-241.

Castillo, E., and Vásquez, M. (2003). El rigor metodológico en la investigación cualitativa. *Colombia Médica, 34*(3), 164-167.

Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., and O'Malley, C. (1995). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada and P. Reiman (Eds.), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science* (pp.189-211). Oxford, England: Elsevier.

Dreves, C. (2000). The relationship between mother's beliefs about ability an effort and student's motivation to learn. Chicago: Poster presented at the Biennal Meeting of the Society for Research on Adolescence.

Grennon, B., and Brooks, G. (1999). In search of understanding, the case for constructivist classrooms. Virginia, USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Gros, B. (2007). El aprendizaje colaborativo a través de la red: límites y posibilidades. Aula de innovación educativa. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Johnson, D. and Johnson, R. (1999). Aprender juntos y solos. Buenos Aires: Aique.

Johnson, D., Johnson, R., and Holubec, E. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Levy, P. (2004). *Inteligencia colectiva: por una antropología del ciberespacio*. Accessed at: http://inteligenciacolectiva/bvsalud.org on 12 Oct 2015.

Martínez, R., and Azucena, C. (2009). El diseño instruccional en la educación a distancia. Un acercamiento a los Modelos Apertura. México: Universidad de Guadalajara. Accessed at: http://www.redalyc.org/pdf/688/68812679010.pdf on 12 Oct 2015.

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2006). Plan decenal de educación 2006 – 2016. Accessed at: http://www.mineducacion.gov.co on 12 Oct 2015.

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2007). Objetos virtuales de aprendizaje e informativos. Accessed at: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598 on 12 Oct 2015.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, MINTIC. (2009). Ley 1341 de 2009. Accessed at: http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3707.html on 12 Oct 2015.

Palloff, R., and Pratt, K. (2005). Online learning communities revisited. 21st annual conference on Distance Teaching and Learning

Vargas, M., and Ricardo, M. (2015). *Capacitación para el conocimiento sobre las TIC's.* Cundinamarca, Colombia.

Vygotski, L. (1978). Mind in society. Cambridge, USA: Harvard UniversityPress.

Wessner, M., and Pfister, H. (2001). *Group formation in computer-supported collaborative learning.* Proceedings of the International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work, New York, United States: AMC.

Williams P., Schrum L., Sangrá A., and Guardia L. (2004). *Modelos de diseño instruccional*. España: Ed. Eureka media.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ESTRUCTURAS ANATÓMICAS CON BASE EN FUNCIONES IMPLÍCITAS

MILLER GÓMEZ MORA
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
mgomezm@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presenta un método para el modelado tridimensional de estructuras anatómicas a partir de imágenes médicas de tomografía axial computarizada (TAC). Este método toma como entrada una nube de puntos obtenida de segmentaciones hechas sobre la imagen TAC y hace la reconstrucción de la superficie que encierra la nube de puntos mediante el cálculo de una función implícita la cual aproxima una función indicatriz que infiere la superficie de la posible estructura anatómica. A partir de la función implícita se genera el modelo geométrico mediante la extracción de una iso-superficie. Finalmente el modelo volumétrico se obtiene a partir del modelo geométrico mediante un generador de mallas volumétricas.

PALABRAS CLAVE

Función implícita, modelado tridimensional, mallas de superficie, mallas volumétrica.

ABSTRACT

This article presents a method for the three-dimensional modeling of anatomical structures from medical imaging of computed tomography (CT) . This method takes as input a point cloud obtained from segmentations made on the CT image and makes a reconstruction of the surface, enclosed by the point cloud, by calculating an implicit function which approximates an indicating function that infers the surface of the possible anatomical structure. From the implicit function the geometric model is generated by the extraction of an iso-surface. Finally the volumetric model is obtained from the geometric model by means of a generator of volumetric meshes.

KEYWORDS

Implicit function, three-dimensional modeling, surface meshes, volumetric meshes.

1. INTRODUCCIÓN

En términos generales, el modelado puede ser definido como el proceso de encontrar una función matemática que mejor represente un conjunto de datos los cuales han sido obtenidos a partir de experimentos

[1]. Para el caso específico de computación gráfica, el modelado de objetos es una técnica muy importante que permite extender el conocimiento que se tiene de un objeto que por lo general está representado mediante una nube de puntos [2].

El modelado tridimensional de estructuras anatómicas surge en el área médica donde estas estructuras son escaneadas mediante tomografía axial computarizada o resonancia magnética. Estos modelos son importantes ya que permite visualizar y analizar las estructuras internas del cuerpo humano, lo que es muy útil en la investigación biomédica y la visualización científica, así como en actividades de educación y capacitación.

Para lograr el Modelado de estructuras anatómicas se necesita aplicar un método que tenga gran flexibilidad en el momento de representar tanto la forma como la topología de estas estructuras. Existen dos aproximaciones: métodos explícitos con base en mallas de Delaunay [3] y métodos implícitos con base en funciones implícitas las cuales son ajustadas a la superficie de un objeto usando un sistema de ecuaciones lineales [4], [5], [6].

La principal dificultad en el modelado de objetos con base en mallas está relacionada con la topología y la distribución de las muestras. De hecho, para la mayoría de estos métodos, se requiere algún conocimiento acerca de la topología de la superficie a ser reconstruida y generalmente para obtener buenos resultados se depende de una densidad adecuada de puntos y de la ausencia de ruido. Estos requisitos limitan en muchos casos su uso para el modelado de objetos capturados a partir de imágenes médicas como es el caso de estructuras y órganos humanos.

Este trabajo se centra en los métodos implícitos mediante un enfoque basado en funciones indicatriz debido a la habilidad que han demostrado estas funciones para reconstruir superficies de cualquier topología con casi cualquier distribución de muestras.

Una función implícita puede ser definida usando coordenadas euclidianas como parámetros de entrada y devolviendo el valor escalar asociado a la función (ver figura 1). El valor escalar devuelto por la función puede interpretarse como una distancia a la superficie del objeto descrita por la función. Por ejemplo, la función implícita $f(x, y) = x^2 + y^2 - 2^2$ define un disco de radio 2 centrado en el origen de coordenadas X, Y (ver figura 1).

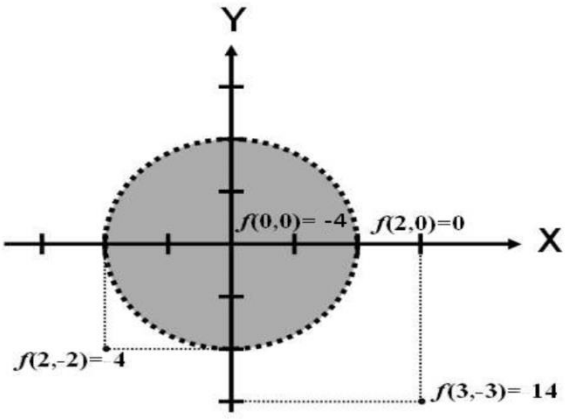


Figure 1: Representación gráfica en 2D de una función implícita.

El área gris es un subconjunto del plano 2D donde los valores devueltos por la función f(x,y) son negativos f(0,0)=-4. El contorno discontinuo es un conjunto de puntos donde la función f(x,y) devuelve 0 (el punto (2,0) pertenece a la periferia de un círculo como f(2,0)=0. Para cualquier otro punto en un plano 2D, la función f(x,y) devuelve valores positivos, por ejemplo f(3,-3)=14. Por lo tanto cualquier punto en un plano 2D se puede clasificar sin ambigüedades. Un conjunto de puntos para los cuales la función f(x,y) devuelve un valor inferior o igual a 0 describe un conjunto de puntos que pertenecen al objeto volumétrico.

Las funciones complejas que describen objetos arbitrarios en el espacio d-dimensional se pueden definir de la misma manera. Por ejemplo, en las representaciones constructivas [7], las primitivas se definen por superficies implícitas f(x,y,z)=0 . Así, la superficie divide el espacio en dos partes: f(x,y,z)≥0 y f(x,y,z)<0.

El artículo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta una breve introducción a la reconstrucción implícita de superficies y ofrece una visión general de los enfoques existentes. En la sección 3, se describe nuestro enfoque para el modelado tridimensional de estructuras anatómicas. Los resultados de este enfoque se dan en la Sección 4. Por último, algunas conclusiones e ideas para el trabajo futuro se proponen en la Sección 5.

2. RECONSTRUCCIÓN IMPLÍCITA DE SUPERFICIES

2.1 Reconstrucción de superficies

El problema de la reconstrucción de superficies puede ser enunciado como sigue:
Dada una nube de puntos $P = \{\mathbf{p}_i\}: 1 \leq i \leq n$, sin ninguna información de conectividad, que se supone se encuentra en o cerca de una superficie *S* desconocida, crear un modelo de superficie *S'* lo más aproximado a *S.*

Una buena nube de puntos P debe ser densa en las zonas detalladas y curvas y dispersas en las partes planas. Pero por lo general los puntos $\mathbf{p}_i$, no están organizados y además, la superficie puede ser arbitraria, con un tipo de topología desconocida y con características muy profundas.

Un procedimiento con base en mallas no puede garantizar exactamente la recuperación de *S*, ya que la información de dicha superficie se obtiene sólo a través de un conjunto finito de muestras $\mathbf{p}_i$. Solo a medida que aumenta la densidad de muestreo, el resultado de la salida *S'* es más probable que sea topológicamente correcta y que converja a la superficie original de *S*.

Una alternativa es utilizar funciones implícitas que no solo tome como entrada una nube de puntos sino que pueda tener en cuenta información adicional como las normales de dichos puntos. Una función implícita estándar toma como entrada la nueve de puntos P y devuelve un número escalar con signo el cual permite clasificar los puntos en dos regiones que representan tanto el interior como el exterior del objeto (ver figura 1). Los valores iguales a cero representan aquellos puntos que se encuentran en el límite de las dos regiones. Así el objeto puede ser definido mediante una función escalar:

$$F > T; T \in R, \mathbf{p}_i \in \mathbb{R}^n, f(\mathbf{p}_i): \mathbb{R}^n \longrightarrow \mathbb{R} \quad (1)$$

Cualquier punto en el espacio $\mathbf{p}_i \in \mathbb{R}^n$ puede ser clasificado de acuerdo con las siguientes condiciones:

$$\begin{cases} f(\mathbf{p}_i) > T & \mathbf{p}_i \text{ está dentro del objeto} \\ f(\mathbf{p}_i) = T & \mathbf{p}_i \text{ está en la frontera} \\ f(\mathbf{p}_i) < T & \mathbf{p}_i \text{ está dentro del objeto} \end{cases} \quad (2)$$

Los valores igual a *T* representan aquellos puntos que se encuentran en el límite (superficie) de las dos regiones tal que:

$$S = \{(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_n) : F(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_n) == true\} \quad (3)$$

Por lo tanto, el método de reconstrucción debe inferir la geometría correcta y las características topológicas y geométricas sólo a partir de un conjunto finito de puntos muestreados P. Por lo general, si los datos de entrada no satisface ciertas propiedades requeridas por el algoritmo de reconstrucción (buena distribución de los puntos p,, alta densidad, poco ruido, y así sucesivamente), las actuales herramientas de software comerciales generan resultados incorrectos.

2.2 Reconstrucción con base en Poisson

Una función implícita también puede definirse en forma de una función característica o función indicatriz χ. La función indicatriz de un subconjunto *A* de algún conjunto *X*, asigna elementos de *X* al rango {0,1} [8] (ver Figura 2), es decir,

$$\chi_A(x_i) = \begin{cases} 1 & si\ x_i\ \in A \\ 0 & si\ x_i\ \notin A \end{cases} \quad (4)$$

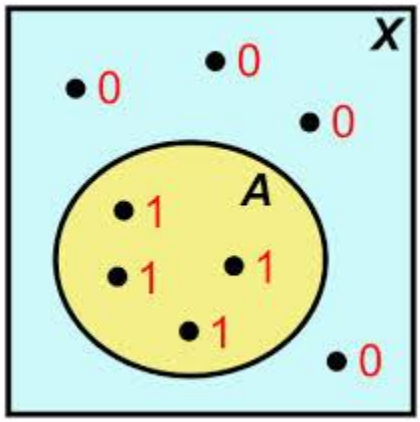


Figure *2:* Función indicatriz $\boldsymbol{\chi_A}$ de un subconjunto A que pertenece a un dominio X.

Con base en la observación de que los puntos P que representan un objeto Ω tienen un valor para aquellos puntos dentro del objeto y un segundo valor para puntos fuera del objeto, el campo de las normales apuntando hacia dentro del límite de un sólido puede ser interpretado como el gradiente de la función indicatriz del sólido χ_Ω, que a menudo se define con el valor 1 dentro y el valor 0 fuera del modelo, la iso-superficie inducida por la función indicatriz define la superficie del modelo reconstruido ∂_Ω (ver Figura 3).

Así, si se cuenta con una nube de puntos P asociada con un conjunto de normales (orientadas), se puede encontrar una función indicatriz χ que acerque su gradiente tan cerca como sea posible al campo normal **N** en términos de mínimos cuadrados usando $\| \nabla_\chi - \mathbf{N} \|_2^2$ [9]. Si aplicamos el operador de divergencia a este problema, entonces esto equivale a resolver la siguiente ecuación de Poisson:

$$\Delta_\chi = \nabla \cdot \mathbf{N} \tag{5}$$

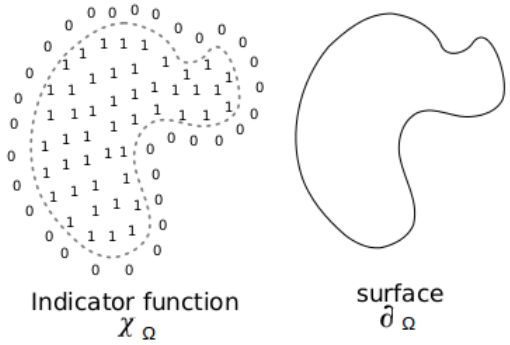


Figure 3: Ilustración del proceso de reconstrucción de la superficie de Poisson. Editado de [10]

3. METODOS

El algoritmo I presenta el proceso de modelado tridimensional de estructuras anatómicas. El procedimiento inicia con la obtención de las imágenes médicas a las que se aplica un método de segmentación preferiblemente automática o semiautomática para obtener la información relevante de la estructura anatómica de interés. Entonces se extrae la nube de puntos P (la suma de puntos en todos los contornos) que se utiliza para generar la función implícita. Con esta función se obtiene el modelo geométrico y el modelo volumétrico en 3D. A continuación se describen más detalladamente este procedimiento.

ALGORITMO 1: Modelado 3D de estructuras anatómicas
Requerir: Un conjunto de imágenes médicas que contengan las estructuras anatómicas a modelar. **Asegurar**: El modelo geométrico tanto de la superficie como del volumen de la estructura anatómica. Segmentar las imágenes para generar un conjunto de contornos (Ci). 1. Segmentar las imágenes para generar un conjunto de contornos (Ci).

2. Obtener la nube de puntos Pa partir de (Ci).
3. Calcular la superficie implícita S a partir de P
4. Generar malla de superficie del modelo M.
5. Generar malla volumétrica Mv por medio de tetraedros
6. Devuelve los conjuntos de triángulos y de tetraedros

Cuando se construyen modelos con base en imágenes médicas hay dos componentes principales relacionados con la exactitud del modelo: la recopilación de los datos y el post-procesamiento de los mismos. Si bien los expertos informáticos tienen poco control sobre los datos que reciben para el procesamiento, su trabajo en técnicas de procesamiento y reconstrucción de imágenes médicas puede mejorar en gran medida la precisión de los modelos obtenidos.

3.1 Segmentación

Con el fin de construir con éxito un modelo 3D de estructuras específicas que componen el cuerpo humano, es crucial identificar con precisión y extraer estas estructuras de las imágenes médicas. Los datos en el contexto de la imagen médica no tienen descripciones estructurales más allá de los valores de intensidad. Por lo tanto, los datos deben segmentarse en regiones homogéneas para distinguir los objetos de interés de su entorno.

El resultado de la segmentación tiene que ser anatómicamente significativa para ser usado en aplicaciones adicionales, tales como análisis de forma cuantitativa, visualización y posterior construcción de modelos [11]. En la mayoría de los casos, la estructura anatómica no es convexa y posee ramificaciones y agujeros.

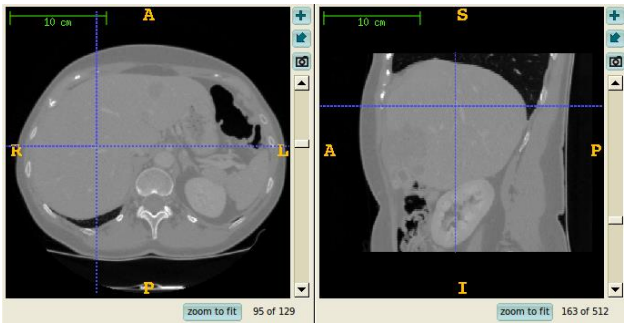


Figure 4: Segmentación en ITK aplicando el método de crecimiento de regiones y umbralización.

En el presente trabajo se utiliza un enfoque de segmentación semiautomático (Ver Figura 4). De hecho, todas las estructuras anatómicas utilizadas en este trabajo se segmentaron utilizando un método de crecimiento de regiones con base en un cálculo de umbral utilizando Insight Segmentación y Registro Toolkit (ITK) (http://www.itk.org).

3.2 Reconstrucción implícita

El requisito principal de todos los métodos de reconstrucción de superficies es un conjunto de puntos tridimensionales que muestrean la superficie del objeto a modelar. En nuestro caso se tiene una imagen médica segmentada y a partir de esta imagen se obtiene la nube de puntos tomando la posición de los vértices que genera el algoritmo de Marching Cubes [12]. Este algoritmo toma las ocho ubicaciones vecinas de cada cubo dentro de la malla base y determina los triángulos necesarios para representar la parte de la iso-superficie que pasa a través de cada cubo. Sin embargo, el trabajo con solo la nube de puntos puede fallar para proporcionar una reconstrucción precisa de la superficie.

Para solucionar este inconveniente se adicionó un conjunto de normales **N** a la nube de puntos P. En otras palabras, para cada punto $\mathbf{p}_i \in$ P hay una normal $\mathbf{n}_i \in \mathbf{N}$ acompañante (Ver Figura 5-izquierda).

Resolviendo la ecuación de Poisson (Ecuación 5), se obtiene la función x que se aproxima a la función indicatriz. La superficie S se representa entonces mediante el cruce por cero de la función indicatriz (ver Figura 5-derecha), o con un isovalor adecuado, típicamente el valor medio o mediano de x evaluado en todos los puntos de entrada [10].

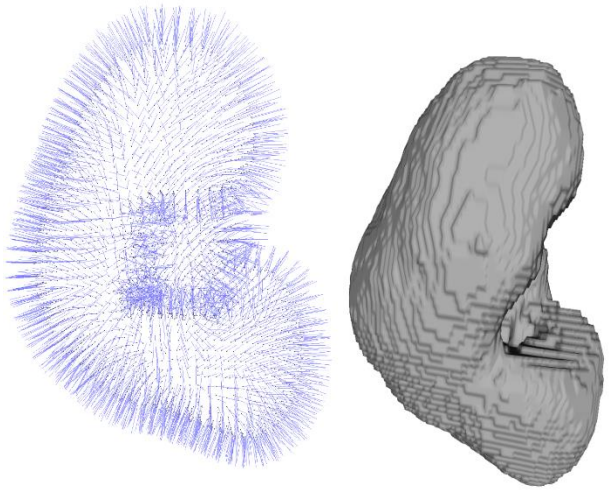


Figure 5: Visualización del modelo de un riñón (derecha) obtenido a partir de una nube de puntos (izquierda).

3.3 Generación de mallas

Aunque el modelo implícito resultante de la etapa anterior podría ser visualizado directamente como una iso-superficie legal, por ejemplo, en POV-Ray, se ha elegido exportarlo como una malla para obtener en primer lugar una representación fotorrealista de la estructura anatómica y, en segundo lugar, un modelo de CAD válido para propósitos de simulación. Estas mallas son mallas de superficie M_S que se aproximan a los límites de la estructura anatómica o mallas de volumen M_V de dichas estructuras (ver Figura 6).

El primer paso, en el proceso de generación de mallas, es introducir la descripción de la geometría. Por lo tanto, para generar mallas de elementos finitos, ya sea superficie o volumen, la longitud de los bordes de los elementos para cada punto en el espacio debe especificarse como una función $h = (x, y, z)$. Adicionalmente, el algoritmo de mallado requiere conocer la superficie que se va a mallar, en este caso, la superficies implícita descritas como el conjunto de nivel cero de la función indicatriz.

Básicamente, el algoritmo calcula un conjunto de puntos de muestreo en la superficie y extrae una malla de superficie mediante interpolación a partir de la triangulación 3D de estos puntos. Los puntos se añaden

iterativamente a la muestra, como en un proceso de refinamiento de Delaunay, hasta que se cumplan los criterios de tamaño y forma de los elementos de la malla de superficie [13].

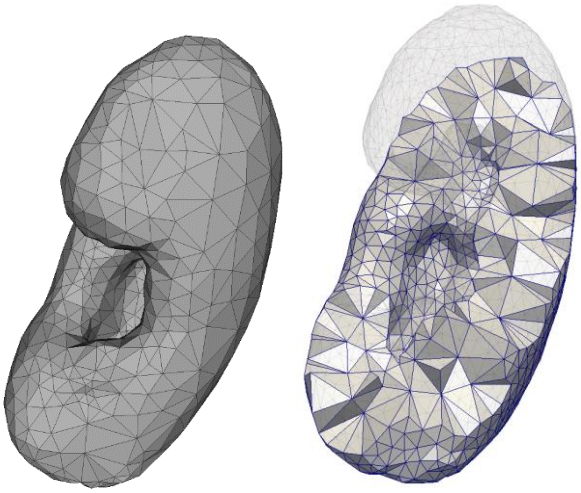


Figure 6: Visualización de la malla de superficie del riñón (izquierda) y una sección transversal de la malla volumétrica (derecha).

4. RESULTADOS

En esta sección, se muestran dos ejemplos para demostrar la capacidad del método propuesto para manejar geometrías complejas, que generalmente tienen las estructura anatómicas. En primer lugar, se considera el modelado de un riñón (ver Figura 5 y Figura 6) y luego se muestra el uso del método para modelar un sistema venoso (ver Figura 8). La imagen médica (ver Figura 7) en formato Dicom con dimensiones: 512x512x129 y un espaciamiento de: x = 0,57, y = 0,57, z = 1,6, fue proporcionada por IRCAD [14]. Las estructuras segmentadas (riñón y sistema venoso) tienen las mismas dimensiones que la imagen original, es decir, 33816576 puntos que son equivalentes a 33 MB.

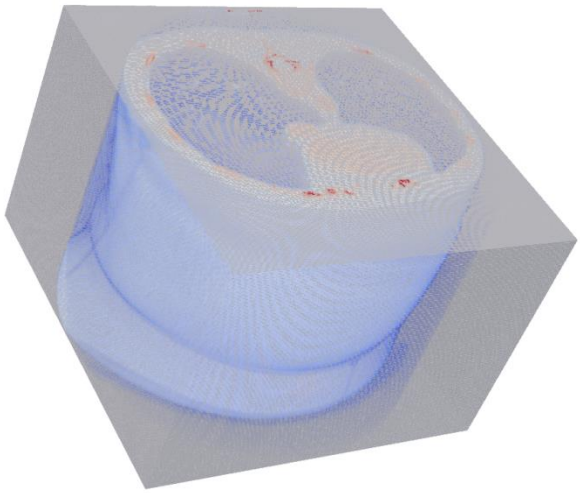


Figure 7: Conjunto de datos proporcionado por IRCAD para probar el método propuesto.

Todas las pruebas se ejecutaron en un PC con un procesador Intel R Core i7-4790 y 16 GB de RAM. El método de reconstrucción de superficie de Poisson se calcula usando como solver el Eigen3, versión 3.2.0. La malla de superficie y el mallado de volumen se calculan usando la biblioteca CGAL [15] (http://www.cgal.org).

El proceso de modelad 3D finaliza generando mallas de superficie de alta calidad que se aproximan a los contornos de las estructuras anatómicas. Además, las mallas volumétricas también se generan automáticamente por medio de la representación implícita de la superficie. Este tipo de enfoque tiene un gran atractivo tanto para investigadores como para ingenieros que trabajan en el modelado de formas y sus áreas de aplicación.

La Figura 8-izquierda muestra la malla de superficie del sistema venoso que interconecta el hígado y los riñones. En la Figura 8-derecha se puede apreciar la malla volumétrica.

Figure 8: Visualización de la malla de superficie (izquierda) y de la malla volumétrica (derecha) del sistema venoso generadas a partir de la función implícita.

5 CONCLUSIONES

En este artículo se presentó un método para el modelado tridimensional de estructuras anatómicas a partir de imágenes médicas segmentadas. Los modelos obtenidos son fieles a dichas imágenes y adecuados para su uso con métodos de elementos finitos. El método propuesto es lo suficientemente rápido y robusto como para modelar estructuras anatómicas con formas complejas. Adicionalmente, este utiliza datos en la forma en que actualmente está disponible en los departamentos de radiología y sistemas PACS. Estas características hacen que este método sea adecuado para usar en muchas aplicaciones desde la cirugía asistida por computador y el diseño de dispositivos ortopédicos e implantes hasta la biofabricación, entre otros.

Sin embargo, las estructuras anatómicas están compuestas de diferentes regiones o partes lo que hace que se necesite un método de modelado que organice la nube de puntos por regiones y que permita, de forma recursiva, aplicar sobre estas regiones un proceso de reconstrucción de superficies con base en funciones implícitas para obtener los límites que separan las diferentes regiones. Esta aproximación es parecida al modelado de estos objetos heterogéneos [16] el cual ha atraído un enorme interés en los últimos tiempos [17], [18], [19], [20].

AGRADECIMIENTOS

Especial al grupo de investigación IMAGINET por su constante asesoría en el tema de integración de tecnologías open-source y por brindar su laboratorio para los experimentos iniciales. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas mediante el proyecto de investigación institucionalizado con el código No. 3307857717.

REFERENCIAS

[1] E. A. Bender, "An introduction to mathematical modeling". Courier Corporation, 2012.

[2] M. Ashikhmin, P. Shirley y S. Marschne, "Fundamentals of computer graphics". CRC Press, 2015.

[3] N. Amenta y Y. J. Kil, "Defining point-set surfaces". ACM Transactions on Graphics (TOG), 2004.

[4] H. Hoppe, T. DeRose, T. Duchamp, J. McDonald y W. Stuetzle, "Surface reconstruction from unorganized points". Vol. 26, ACM, 1992.

[5] J. C. Carr, R. K. Beatson, J. B. Cherrie, T. J. Mitchell, W. R. Fright, B. C. McCallum y T. R. Evans, "Reconstruction and representation of 3D objects with radial basis functions". Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, 2001.

[6] Y. Ohtake, A. Belyaev, M. Alexa, G. Turk y H.-P. Seidel, "Multi-level partition of unity implicits" de ACM SIGGRAPH 2005 Courses, 2005.

[7] A. Ricci, "A constructive geometry for computer graphics". The Computer Journal, vol. 16, n°2, pp. 157-160, 1973.

[8] G. B. Folland, "Real analysis: modern techniques and their applications". 2nd Edition ed., John Wiley & Sons, 2013.

[9] M. Kazhdan, "Reconstruction of solid models from oriented point sets". Proceedings of the third Euro

graphics symposium on Geometry processing, 2005.

[10] M. Kazhdan, M. Bolitho y H. Hoppe, "Poisson surface reconstruction". Proceedings of the fourth Euro graphics symposium on Geometry processing, 2006.

[11] J. L. Prince y J. M. Links, "Medical imaging signals and systems". Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2006.

[12] W. E. Lorensen y H. E. Cline, "Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm". ACM siggraph computer graphics, 1987.

[13] P. Alliez, L. Rineau, S. Tayeb, J. Toumois y M. Yvinec, "3D mesh generation". CGAL user and reference manual. CGAL Editorial Board, vol. 3, 2011.

[14] IRCAD, http://www.ircad.ffiresearch/3d-ircadb. 2015.

[15] A. Fabri, 0.-1. Giezeman, L. Kettner, S. Schirra y S. Schonherr, "On the design of CGAL, the computational geometry algorithms library". 1998.

[16] A. V. Kumar y A. Wood, "Representation and design of heterogeneous components". Proceedings of SFF Conference, Austin, Texas, 1999.

[17] L. Wang, Y. Yu, K. Zhou y B. Guo, "Multiscale vector volumes". ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 30, n° 6, p. 167, 2011.

[18] V. d'Otreppe, R. Doman y J.-P. Ponthot, "Generating smooth surface meshes from multi-region medical images,". International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering, vol. 28, n°6-7, pp. 642-660, 2012.

[19] Z. Yuan, Y. Yu y W. Wang, "Object-space multiphase implicit functions". ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 31, n°4, p. 114, 2012.

[20] Y. Ohtake y H. Suzuki, "Edge detection based multi-material interface extraction on industrial CT volumes". Science China Information Sciences, vol. 56, n°9, pp. 1-9, 2013.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

IMAGENES EMERGENTES V A MORFOLOG A MATEMATICA Y BACKTRACKING

LAURA KARINA LUIS ACUÑA
Fundación Universitaria Konrad Lorenz
flaurak.luisa@konradlorenz.edu.co

NELLY PAOLA PALMA VANEGAS
Fundación Universitaria Konrad Lorenz
nellyp.palmavg@konradlorenz.edu.co

RESUMEN

El cerebro tiene funciones y propiedades que ninguna maquina ha podido imitar, aunque los estudios en visión computacional han avanzado en el tema. Las imágenes emergentes introducidas por Mitra [10], por ejemplo, explotan los principios de la teoría Gestalt para obtener imágenes reconocibles por el ojo humano pero no por un software, es por esto que su uso en CAPTCHAs y criptograf a visual es muy amplio y aun esta por explorar. En este art culo se propone un método para la generación de imágenes emergentes que usa erosión y dilatación, definiendo un elemento estructurado adecuado con el n de optimizar la calidad visual de la imagen. Por último, se aplica una modificación del algoritmo BackTracking utilizado para resolver el problema del laberinto, partiendo de mapas de bits binarios obtenidos de dígitos aleatorios.

PALABRAS CLAVE

Dilatación, Erosión, Morfología a matemática, Imágenes emergentes, Algoritmo BackTracking, Inteligencia Artificial.

ABSTRACT

The brain has functions and properties that no machine has been able to imitate although studies in computer vision have advanced in the subject. The emerging images introduced by Mitra [10], for example, exploit the principles of Gestalt theory to obtain images recognizable by the human but not by software. This is why its use is CAPTCHAs, visual cryptography and steganography is very broad and has yet to be explored. This article proposes a method for the generation of emergent images that uses erosion and dilation, defining a suitable structuring element in order to optimize the visual quality of the image. Finally, a modification of the BackTracking algorithm used to solve the maze problem is applied, starting from binary bitmaps obtained from random digits.

KEYWORDS

Dilation, Erosion, Mathematical morphology, Emerging Images, BackTracking algorithm, Artificial intelligence.

1. INTRODUCCION

Las imágenes emergentes introducidas por Mitra y otros en el año 2009, se basan en un fenómeno en el cual el ser humano percibe objetos completos en una imagen, usando el principio de continuidad de la teoría a Gestalt que consiste en la capacidad que tiene el cerebro humano para completar información faltante, de esta forma se puede distinguir seres humanos de máquinas.

Estas imágenes emergentes al ser procesadas por un software de segmentación o detección de bordes no aportan ninguna información relevante, solo se detectan como un conjunto de manchas sin sentido, [10].

Solo se han generado imágenes emergentes de escenas creadas a computador donde la forma del objeto tridimensional a sintetizar esta descrita por medio de la informacion de luz y sombra creada en la escena, hasta el año 2013, que Jian y otros, propusieron una modificación de la técnica usada por Mitra, para extraer imágenes emergentes de imágenes naturales a color. Dicha modificación consiste en: a partir de una fotografía dada segmentar el objeto tridimensional por super-pixeles, determinar el esquema de luz y sombra de dicho objeto y por último, generar los splats.

En vista que el mayor reto de los investigadores en visión artificial, learning machine, entre otros temas, ha sido imitar lo mejor posible el cerebro humano en varias de sus funciones, se hace necesario estudiar técnicas de inteligencia artificial para procesar y analizar imágenes emergentes. Una de ellas es el algoritmo Back Tracking, el cual se usa para: \Encontrar una solución intentándolo con una de varias opciones. Si la elección es incorrecta, el computador retrocede o vuelve a comenzar desde el punto de decisión anterior y lo intenta con otra opción" [15]. Este término fue acuñado por el matemático D. H. Lehmer en la década de los cincuenta y formalizado por Walker, Golom y Baumert en el siguiente decenio. Este algoritmo tiene diferentes implementaciones para resolver problemas como: el árbol de búsqueda, el salto del caballo, los cuadros mágicos, el laberinto, entre otros.

Por otra parte, la morfología matemática es una teoría que tiene como n preservar las principales características de la imagen como: forma, conexidad, convexidad, etc.; analizando la imágenes, extrayendo y alterando pixeles logrando llenar agujeros, suavizar bordes, entre otras tareas.
Fue creada en 1964 en los laboratorios de la Es-cuela de Minas, en la década de los años setenta se aplicó la morfología a imágenes binarias, posteriormente se extendió a las imágenes en escala de grises y en el año de 1986 Jean Serra amplía el uso de la morfología matemática en imágenes a color, [1].
La presente investigación pretende crear imágenes emergentes a partir de mapas de bits genera-dos de dígitos aleatorios, modificando el algoritmo Back Tracking usado en la solución del problema del laberinto, enriquecido con los operadores morfológicos básicos: erosión y dilatación con el objeto de optimizar la calidad visual de las imágenes obtenidas ya que delimita una región que se acerca a las imágenes emergentes esperadas.

En la sección 2 de este documento se encuentra una breve descripción de los conceptos que enmarcan la investigación: imágenes emergentes, inteligencia artificial y morfología matemática, en la sección 3 se describe el proceso utilizado para la extracción de las imágenes emergentes junto con algunos resultados preliminares. Por último, en la sección 4 se enumeran algunas conclusiones obtenidas hasta el momento y una recomendación de futuros trabajos para aquellos lectores interesados en profundizar en el tema.

2. PRELIMINARES

2.1. Imágenes emergentes

El primer estudio conocido sobre imágenes emergentes se encuentra en el artículo *Emerging Images* [10], publicado en el año 2009, donde se presenta una técnica de síntesis para generar imágenes de objetos 3D detectables por los humanos, pero difíciles de reconocer por un algo-ritmo automático. Dicha técnica permite generar un número infinito de imágenes con guras emergentes, las cuales aparecen por la capacidad humana única de agregar información de piezas aparentemente sin sentido para completar un to-do con sentido o una imagen reconocible.

El algoritmo está diseñado para que las imágenes sintetizadas localmente divulguen poca información útil o señales que puedan ayudar a cualquier procedimiento de segmentación o reconocimiento. Sin embargo, cuando se presenta una imagen emergente sintetizada a un observador humano que contenga un objeto con el que está familiarizado, la gura emerge si se observa en su conjunto (ver figura 1).

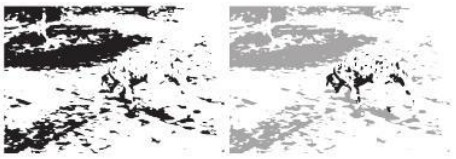


Figura 1. Ejemplo de una imagen emergente

Donde se observa un perro dálmata agachado que emerge del fondo, tomada de [10].
Según el algoritmo usado por Mitra, [10], como se observa en la gura 2, el tamaño y la intensidad de las manchas, llamadas splats, var a dependiendo de la intensidad de luz que tenga la imagen original a la cual se le han extra do previamente los colores. Cuando la imagen nal se procesa por un algoritmo de segmentación o de extracción de bordes, el software solo detecta un conjunto de manchas negras pero no la gura que realmente contiene.

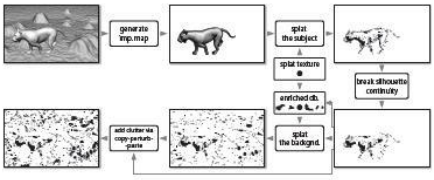


Figura 2. Esquema del algoritmo para generar

Imágenes emergentes, tomada de [10].

2.2. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial es una de las ramas de las ciencias de la computación basada en procesos mentales, cuyo objetivo es lograr que un computador simule lo mejor posible procesos hu-manos, [7], para resolver problemas que requieran toma de decisiones.

2.2.1. Problema del laberinto

Uno de los problemas t picos de inteligencia artificial y robótica es el problema del laberinto, el cual se plantea de la siguiente manera:

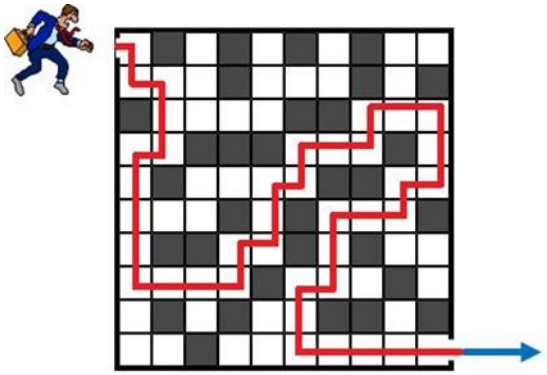


Figura 3. Descripción gráfica del problema del laberinto, tomada de [9].

\Tenemos un laberinto representado por una matriz cuadrada de casillas, las cuales pueden estar ocupadas o no. Desde cada casilla nos podremos mover a cualquiera de sus cuatro adyacentes, siempre y cuando no estén ocupadas. El problema consiste en encontrar un camino (si existe) desde la casilla origen, ubicada en la esquina superior izquierda, a la casilla destino, que a su vez estar en la esquina inferior derecha."[15].

2.2.2. Algoritmo BackTracking

Una de las técnicas con las que cuenta la inteligencia artificial para resolver problemas como el del laberinto, es el algoritmo Back Tracking consistiendo en evaluar todas las soluciones posibles, mientras no entre en ciclos in nitos y por esto no revisaría todas las opciones posibles. As como lo dice Vidal: \La búsqueda con retroceso o Back Tracking, que trabaja tratando continuamente de extender una solución parcial.
En cada etapa de la búsqueda, si una extensión de la solución parcial actual no es posible, se va hacia atrás para una solución parcial corta y se trata nuevamente" [16]. Con esto se garantiza que todos los resultados posibles son analizados, entregando as el resultado más adecuado a los parámetros propuestos.

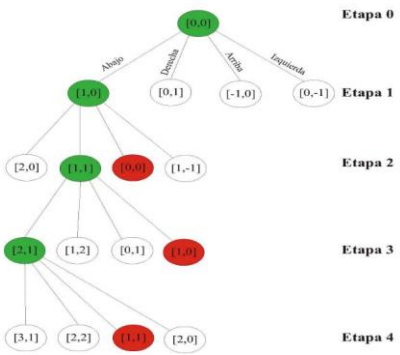


Figura 4. Esquema básico por etapas del algoritmo Back Tracking para el problema del laberinto, toma-da de [15].

En la figura 4 se observa un ejemplo del árbol de un espacio de búsqueda para el problema del laberinto. Cada nodo del árbol representa una posible solución (parcial en el caso de estar en un nodo interior o completa si estamos en un nodo hoja del árbol), cada nivel representa una etapa y las ramas de dichos nodos serán las alternativas que ofrecen en cada etapa. Como decisión se toma un nodo descendiente al actual para continuar la búsqueda y expandir el árbol, siempre en profundidad.
Etapa 0. Partiendo de la entrada del laberinto (posición [0, 0], nodo raíz en el árbol) se expanden todas las alternativas de movimiento posibles, con prioridad de movimiento hacia abajo (posición [1,0]). Las posiciones que se salen del laberinto

$$([-1,0],\ [0,-1],\ [x,y], \exists z \in \{x,y\} | z < 0) \tag{1}$$

Son descartadas.

Etapa 1. Nodo actual [1, 0], se expanden todas las posibilidades de movimiento. Nuevamente se hace una criba para desechar las alternativas que o se salen del laberinto o ya han sido elegidas y se toma una decisión, en este caso ir hacia la derecha y pasar a la posición [1, 1]. Este proceso se repite sucesivamente hasta encontrar la salida (o no). En el caso de encontrar un camino muerto, el propio algoritmo retrocede sobre las decisiones que ha tomado para tomar otra alternativa y seguir explorando, tal y como se muestra en la figura 5.

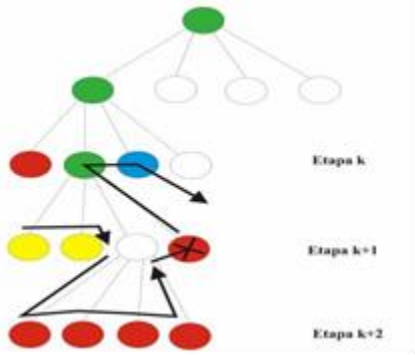


Figura 5. Esquema básico del algoritmo BackcTraking, donde el color azul representa el nuevo nodo a explorar, el verde el nodo que se está explorando, el amarillo el nodo explorado sin éxito y el rojo es un nodo muerto. Tomada de [15].

2.3. Morfología Matemática

La morfología es el estudio de las formas y la morfología matemática es el estudio de estructuras geométricas basado en teoría de conjuntos, topología, teoría de retículos, funciones aleatorias, entre otras áreas de la matemática. Su mayor aplicación se encuentra en el análisis de imágenes digitales donde al eliminar datos irrelevantes se logra simplificarlas y refinarlas, esto con el fin de conservar sus principales características como: tamaño, forma, convexidad, conectividad, distancia geodésica, etc. [5, 11].
Los operadores morfológicos se centran en las operaciones aritméticas: suma, resta, máximo y mínimo, sin multiplicación ni división. Además, aplicando a las imágenes binarias operaciones simples tales como: uniones, intersecciones, complementos y traslaciones, se pueden obtener los siguientes resultados: segmentación, detección de bordes, restauración, análisis de texturas y aumento de contraste. La función principal de los operadores morfológicos es extraer las estructuras relevantes de un conjunto, mediante su interacción con otro denominado elemento estructurante. Por lo general, esta interacción se realizada por convolución y el elemento estructurante se conoce también como filtro de convolución. El elemento estructurante es una máscara binaria usada para definir una geometría (tamaño y forma, por ejemplo, un cuadrado, un círculo, etc.) por la cual se logra transformar morfológicamente la vecindad del pixel procesado en una imagen binaria. Existen dos operadores morfológicos básicos: la erosión y la dilatación, estos forman un par de transformadas duales, derivadas de la teoría de conjuntos de Minkowski. Sean: B el elemento estructurante y A la imagen a analizar. La erosión definida por, [17]:

$$A \ominus B = \bigcup_{b \in B} (A)_{-b} = \bigcup_{b \in B} \{x | x = a - b, a \in A\}. \tag{2}$$

elimina los objetos de la escena menores que B y los objetos que queden de la transformación son degradados. La erosión también se interpreta como el valor mínimo del entorno de vecindad definido por el elemento estructurante, [12, p. 173]. La dilatación definida por, [17]:

$$A \oplus B = \bigcap_{b \in B} (A)_{b} = \bigcap_{b \in B} \{x | x = a - b, a \in A\}. \tag{3}$$

es la transformación dual a la erosión, es decir, amplía dentro de la escena los objetos menores que B, la imagen total será degradada. La dilatación también se interpreta como el valor máximo del entorno de vecindad definido por el elemento estructurante, [12, p. 174].
Resultados experimentales Según el algoritmo descrito por Mitra [10], se parte de una imagen natural que luego se transforma en un conjunto de manchas. En el presente trabajo se propone un camino alterno para generar dichas imágenes emergentes, pero partiendo de mapas de bits binarios de dígitos aleatorios que pueden contener más de una imagen emergente con sentido. Para obtener una imagen binaria (blancos y negros), se genera un arreglo de 490 000 dígitos aleatorios, como el siguiente

5215874564852……

al primer dígito de la serie se le denominará índice (en este caso 5) y servirá para reemplazar por 0 o 1 según su aparición. Los primeros dígitos serán reemplazados por 0 hasta encontrar otro índice, luego se cambiarán por 1 los siguientes dígitos hasta encontrar el siguiente índice, el resultado hasta el momento es:

0001111564852….

El nuevo arreglo de 0s y 1s se organiza en una matriz de tamaño 700 × 700 que se dibuja tomando el 0 como negro y el 1 como blanco (ver figura 6). Vale la pena recordar que el objetivo central de este trabajo es extraer imágenes reconocibles como las mostradas en la figura 7, con caminos definidos sobre la figura 6 usando el algoritmo

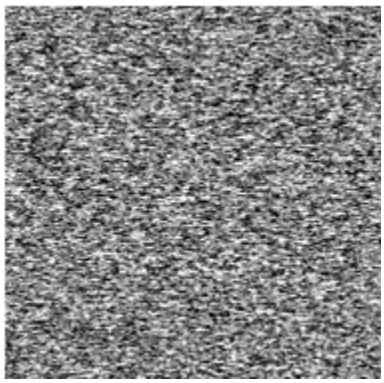


Figura 6. Mapa de bits binario

de BackTracking descrito en sección 2.2.2 con algunas modificaciones que se describirán más adelante.

Figura 7. Imágenes obtenidas de la figura 6.

Para lograr un mejor resultado se usa la morfología matemática definiendo el siguiente elemento estructurante:

1	1	1
0	0	0
0	0	0

Para resaltar las líneas negras presentes en la imagen 6 se aplica la erosión, los resultados se muestran en la figura 8. Para resaltar las líneas blancas presentes en la imagen 6 se aplica la dilatación, los resultados se muestran en la figura 9. Para poder demarcar imágenes como las mostradas en la figura 7, el algoritmo Back Tracking no debería empezar en un nodo [0, 0] y terminar en un nodo [n, n], como en el problema del laberinto, sino que empieza en un nodo [i, j] blanco o

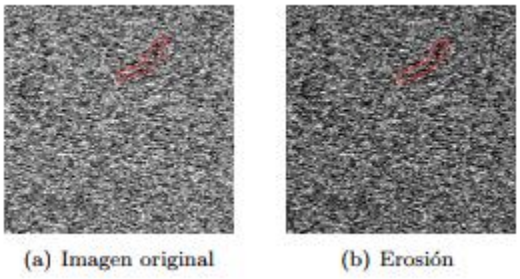


Figura 8. Erosión de la figura 6.

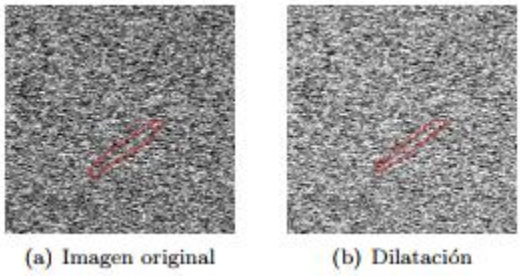


Figura 9. Dilatación de la figura 6.

negro, según la línea que se quiera obtener y debería terminar en ese mismo punto demarcando un camino cerrado. De la figura 6 se selecciona el punto [25, 19] y aplicando el algoritmo se obtiene la imagen mostrada en la figura 10.

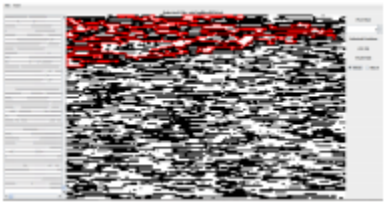


Figura 10. Back Tracking de la figura 6.

Posteriormente, aplicando el algoritmo a la imagen 8(b) en el mismo punto [25, 19] se observa en la figura 11 una región con los caminos negros y blancos mejor definidos, es decir, se encierra una región mejor delimitada que se acerca a lo que se busca.

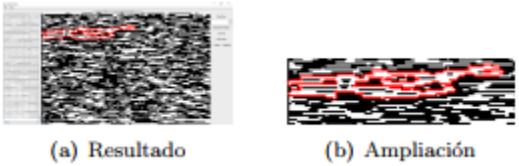


Figura 11. Back Tracking de la figura 8(b).

3.1.Otros resultados obtenidos

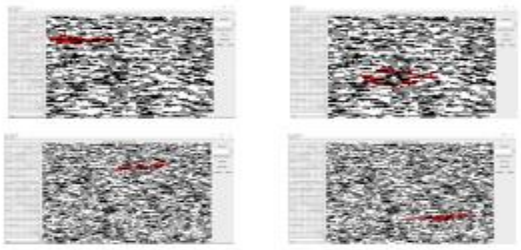


Figura 12. Otros resultados de la figura 6

En la figura 13 se muestran otros resultados obtenidos bajo el mismo proceso, a partir de una matriz de dígitos aleatorios diferente.

4. CONCLUSIONES PREVIAS Y FUTUROS TRABAJOS

- Al generar una matriz de números aleatorios no se garantiza tener una imagen reconocible como lo hace Mitra, quien parte de una imagen natural para transformarla en un conjunto de manchas.

- Al hacer uso de la erosión y de la dilatación en las imágenes binarias obtenidas por dígitos aleatorios, se logra una mejora en los resultados obtenidos por el algoritmo Back Tracking ya que se definen caminos más marcados.

- Los resultados obtenidos aún no son satisfactorios, aunque muy cercanos, por lo

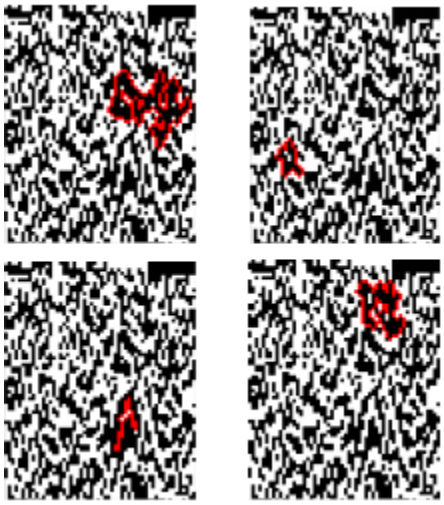


Figura 13. Otros resultados.

cual se siguen haciendo pruebas en la variación tanto del algoritmo como en la definición del elemento estructurante.

- Las imágenes emergentes así obtenidas se pueden usar en CAPTCHAs, criptografía visual, estenografía, entre otras áreas de la seguridad de la información, las cuales serán detalladas en otra oportunidad.

REFERENCIAS

[1] Bouchet, A., Alonso, P., Pastore, J., Montes, S., D´ıaz, I. (2016). Fuzzy Mathematical Morphology for Color Images Defined by Fuzzy Preference Relations. Pattern Recognition, 60, 720-733.

[2] Curic, V., Landstr¨om, A., Thurley, M., Cris, L. (2014). Adaptive Mathematical Morphology. A Survey of the Field. Pattern Recognition Letters, 47, 18-28.

[3] Guerequeta, R., Vallecillo, A.(2000).T´ecnicas de dise˜no de algoritmos. Espa˜na, Manuales: Universidad de M´alaga.

[4] Haenel, V., Gouillart, E., Varoquaux, G.(2012). Scipy Lecture Notes.

[5] Haralick, R., Sternberg, S., Zhuang,X. (1987). Image Analysis Using Mathematical Morphology. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-9, 532-550.

[6] Heijmans, H., Ronse, C. (1990). The Algebraic Basis of Mathematical Morphology I. Dilations and Erosions. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 50, 245 - 295.

[7] Hochel., G´omez, E.(2012).La inteligencia. Espa˜na: Universidad de Granada.

[8] Jian, M., Chu, H., Lee, T., Ku, C., Wang, S., Yao, C. (2013). Emerging Images Synthesis from Photographs, 97.

[9] Larrosa, F. BackTracking. Notas de clase. Url:www.lsi.upc.edu/~iea/TranspasJavier/BackTracking2.ppt

[10] Mitra, N., Chu, H., Lee, T., Wolf, L., Yeshurun, H., Cohen-Or, D. (2009). Emerging Images.ACM Transactions on Graphics, 28, 5.

[11] Ortiz, F. (2002). Procesamiento morfol´ogico de im´agenes en color.Universidad de Alicante.

[12] Platero, C. (2005). Apuntes de visi´on artifi- cial. Universidad Polit´ecnica de Madrid,54- 55.

[13] Sandoval, A. (2007). Backtrackingn (Prepublicación. Notas de Clase),3.

[14] Serra, J., Pierre,S.(1994).Mathematical Morphology and its Applications to Image Processing. Springer Science & Business Media.

[15] Vecino, C., Mel´on, M., Redondo, J. El esquema algor´ıtmico del backTracking(Prepublicación. Notas de Clase.)

[16] Vidal, A. (2013). Algoritmos heur´ısticos en optimización. Universidad de Santiago de Compostela.

[17] Wu, Q., Lu, Z., Ji, T. (2009). Protective Relaying of Power System Using Mathematical Morphology.Springer Science & Business Media.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

SISTEMA DE DETECCIÓN DE ARTRITIS REUMATOIDE UTILIZANDO VARIABLES DE PROCESO Y ALGORITMOS EN WEKA

DIANA ELIZABETH HERNÁNDEZ ROSALES
Universidad Autónoma de Guerrero.
dannahernandez@uagro.mx

ANTONIO ALARCÓN PAREDES
Universidad Autónoma de Guerrero.
aalarcon@uagro.mx

ARNULFO CATALÁN VILLEGAS
Universidad Autónoma de Guerrero.
catalanvillegas@uagro.mx

RENÉ EDMUNDO CUEVAS VALENCIA
Universidad Autónoma de Guerrero.
reneecuevas@uagro.mx

GUSTAVO ADOLFO ALONSO SILVERIO
Universidad Autónoma de Guerrero.
gsilverio@uagro.mx

RESUMEN

La Artritis Reumatoide es una enfermedad crónica degenerativa cuyos síntomas principales se evidencian en las manos debido a la cantidad de articulaciones que éstas tienen y es padecida principalmente por mujeres. Actualmente los métodos de detección tradicionales suelen ser costosos, no muy accesibles y en ocasiones subjetivos, dependiendo en gran medida de la experiencia del médico que la diagnostica. Como una alternativa a la problemática planteada en el presente trabajo se utilizaron variables de proceso objetivas que de acuerdo a la literatura consultada podrían ayudar en el diagnóstico de la AR, combinándolas con un sistema computacional desarrollado. Éste sistema demostró ser capaz de realizar una clasificación correcta entre los datos de las personas previamente diagnosticadas con AR y las que estaban sanas.

ABSTRACT

Rheumatoid arthritis is a chronic degenerative disease whose main symptoms are evident in the hands due to the number of joints they have and is mainly suffered by women. Currently traditional detection methods tend to be expensive, not very accessible and sometimes subjective, rely heavily on the experience of the doctor who diagnosed it. As an alternative to the problem presented in the present study, objective process variables were used that according to the literature consulted could help in the diagnosis of RA, combining them with a developed computer system. This system proved to be able to perform a correct classification between the data of people previously diagnosed with RA and those who were healthy.

TÉRMINOS GENERALES

Inteligencia artificial, algoritmos supervisados

PALABRAS CLAVE

Artritis Reumatoide, variables de proceso, sistema computacional

KEYWORDS

Rheumatoid Arthritis, process variables, computacional system.

INTRODUCCIÓN

La artritis reumatoide (AR) es una enfermedad inflamatoria, crónica, autoinmune y sistémica; su principal órgano blanco es la membrana sinovial; se caracteriza por inflamación poliarticular y simétrica de pequeñas y grandes articulaciones, con posible compromiso sistémico en cualquier momento de su evolución [1].

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México más de un millón de personas padece AR y tres de cada cuatro personas que la presentan son mujeres. Del 100% de las mujeres que padecen esta enfermedad, 75% está en edad productiva (25 y 55 años) [2].

Existen dos tipos de variables que se utilizan para la evaluación de la AR: variables de proceso y variables de resultado. Las variables de proceso miden la actividad de la enfermedad en un momento dado y entre las variables propuestas están las siguientes: medida del dolor, valoración de la actividad por el paciente y el médico, número de articulaciones dolorosas y tumefactas, además de la capacidad funcional [3].

Para diagnosticar la AR, usualmente el médico estudia el historial médico del paciente y le realiza un examen físico, mediante el cual buscará ciertas características de la AR [4], tales como:

- Hinchazón, calor y movilidad limitada de las articulaciones
- Nódulos o bultos bajo la piel
- El patrón de las articulaciones afectadas

Existen pruebas de laboratorio que ayudan en el diagnóstico:

- Tasa de Sedimentación de Eritrocitos
- Factor reumatoideo (FR).

Otra prueba recurrente para el diagnóstico de la AR es el Cuestionario de Actividades de la vida diaria: el cual incluye ocho "ítems" que se califican en una escala de 4 puntos, donde 1 es "Sin dificultad" y 4 "No puedo hacerlo"; la calificación final es el promedio de las ocho respuestas. Este cuestionario permite evaluar, además la incapacidad funcional, la presencia y duración de la rigidez matutina en minutos y horas, así como la presencia de dolor mediante una escala visual análoga que se califica desde "Ningún dolor" (0) al "Peor dolor que pueda tener" (10) [5].

Este cuestionario tiende a obtener respuestas subjetivas y su eficacia depende en gran medida de la experiencia del médico que lo aplica, y la veracidad del paciente que lo responde, ya que algunos pacientes tienden a mentir exagerando los síntomas con la idea errónea de que entre peores síntomas presenten mejor será la atención que les brinde el médico, o en su defecto, tienden a minimizar los síntomas con la creencia de que se están sintiendo mejor.

Existen también escalas para valorar la actividad de la AR en pacientes que la padecen. Uno de los más relevantes es el DAS28 (Disease activity score), el cual mide la actividad de la AR. El médico calcula el DAS a partir de varias pruebas con ayuda de un instrumento de cálculo especial. Éstas pruebas incluyen el número de articulaciones inflamadas y dolorosas, una valoración de cómo se siente por su enfermedad y los resultados del último análisis de sangre. Los resultados se combinan para dar una puntuación que indican el nivel de actividad de la AR en ese momento y se puede utilizar para tomar decisiones sobre el tratamiento que recibirá. La simplificación de la escala DAS ha conducido al desarrollo de la escala DAS28, en la que sólo se tienen en cuenta 28 articulaciones [6].

En general, las pruebas de laboratorio no son completamente accesibles a todas las personas que las requieren, esto debido a diversos factores entre los que se encuentran los siguientes:

- La instrumentación necesaria para aplicarlas no se encuentra en todos los hospitales, usualmente sólo cuentan con ellas en las unidades especializadas, lo que conlleva que sobre todo en las zonas rurales no cuenten con este servicio.

- En cuanto al costo de las pruebas suele ser variado, las pruebas cuyos resultados no son concluyentes suelen tener precios relativamente accesibles (y usualmente se deben de hacer por lo menos dos de ellas para tener un diagnóstico más certero), sin embargo, las pruebas más especializadas, tales como las radiografías, suelen tener costos muy elevados que no todos pueden pagar.

En México, usualmente para que una persona que sospeche que padece AR, pueda ser diagnosticada tiene que acudir a su centro de salud local para que la evalúe el médico general, si este considera en base a su experiencia que el paciente presenta los síntomas típicos de la enfermedad le extiende un pase médico para que acuda al hospital más cercano, en el área de Reumatología Clínica, una vez ahí, el hospital de acuerdo a la agenda de pacientes del médico le asigna una cita en la cual tienen que pasar aproximadamente de cuatro a seis meses hasta que por fin el paciente puede acudir con el médico especialista, una vez en consulta el médico reumatólogo evalúa a la paciente mediante cuestionarios, pruebas y examen físico similares al DAS28, si considera que los síntomas son consecuentes con la enfermedad le manda a realizar estudios de sangre para confirmar que la paciente padece un tipo de AR. Este proceso en general suele durar aproximadamente un año si se realiza en un hospital público, el tiempo es mucho menor si se realiza en hospitales particulares, aunque el costo es muy elevado.

Es debido a lo antes expuesto que no es sencillo realizar una detección temprana de la AR, ya que además, los que la padecen suelen confundir sus síntomas con malestares pasajeros, o el tiempo que tarda el sistema de salud en darle un diagnóstico definitivo, esto sin contar que si el paciente se encuentra en el centro de salud

con un médico inexperto que obvía los sintomas de la AR y diagnóstica cualquier otra enfermedad, ocasionando con ello el avance paulatino de la enfermedad causando un mayor daño en las articulaciones al no ser tratada en tiempo y forma.

Se debe reconocer que es difícil detectar clínicamente en fases tempranas la aparición de AR y diferenciarlas de otras enfermedades autoinmunes, debido a que el daño articular característico de la AR no aparece en fases tempranas, así como algunas pruebas diagnósticas en esta misma etapa salen negativas a pesar de ser positivas, sin embargo, en atención a esto la ACR en colaboración con la EULAR -dos grandes entidades especializadas en el diagnóstico de la artritis- desarrollaron un nuevo enfoque para facilitar la identificación de las personas que se encuentran en el primer estadio de la AR, a fin de evitar que lleguen a presentar los síntomas crónicos típicos de esta enfermedad. Éstos nuevos criterios de clasificación hacen énfasis en la identificación específica de pacientes con una duración relativamente corta de los síntomas que pueden beneficiarse de la implementación temprana de la terapia DMARD o entrada en ensayos clínicos de nuevos agentes prometedores que pueden detener el desarrollo de la enfermedad [7].

Como otra alternativa para tratar de reducir los tiempos y ayudar en el diagnóstico de la enfermedad se determinó desarrollar un sistema accesible, objetivo y funcional utilizando tres variables de proceso estrechamente asociadas a la funcionalidad de la mano de pacientes con AR y que pueden dar un indicador claro del estado de avance de la enfermedad:

- **Atrofia Ósea:** Se refiere a la disminución del tamaño del músculo esquelético, perdiendo así fuerza muscular por razón de que la fuerza del músculo se relaciona con su masa.
- **Temperatura.** Es una técnica que permite medir temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. Las imágenes térmicas pueden mostrar gráficamente funciones fisiológicas que estén relacionadas con cambios de temperatura, arrojando como beneficio inmediato la detección de lesiones antes de que sean clínicamente evidentes.
- **Fuerza (de prensión):** Es la fuerza aplicada por la mano al tirar o suspender de los objetos. En medicina este tipo de fuerza es utilizado a menudo como un tipo específico de fuerza de la mano, su propósito es diagnosticar enfermedades, para evaluar y comparar tratamientos, con progresión de documento de la fuerza muscular y para proporcionar retroalimentación durante el proceso de rehabilitación como una medida que indica el nivel de función de la mano.

Para complementar los datos obtenidos se utilizaron dos variables de apoyo: peso y estatura.

La validación de datos se realizó utilizando WEKA, la cual es una plataforma de software para aprendizaje automático y minería de datos, diseñado a base de java, que contiene una colección de algoritmos para realizar un análisis de datos [8].

OBJETIVOS

Desarrollar un sistema computacional que permita clasificar correctamente los datos de personas diagnósticadas con AR y personas sanas, mediante la aplicación de algoritmos con diferentes enfoques contenidos en la plataforma WEKA, utilizando las variables de proceso fuerza de prensión, temperatura y atrofia ósea e imágenes de las manos de mujeres.

METODOLOGÍA

En el presente estudio se evaluaron los datos de 120 personas sanas y 120 personas diagnosticadas previamente con AR por un médico reumatólogo mediante el DAS28 y exámenes de sangre.

El sistema desarrollado consta de cinco variables las cuales son: temperatura, fuerza, atrofia ósea, peso y altura de las cuales se extraen los valores cuantificables que posteriormente, se modelaron las variables utilizando clasificadores de datos que se encuentran en WEKA. Ver figura 1.

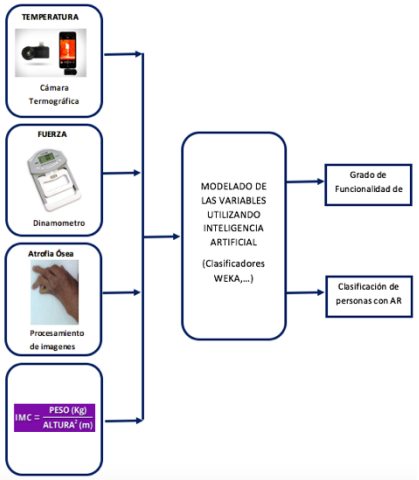


Figura 1. Esquema general del sistema propuesto.

Para determinar el nivel de fuerza (de prensión) tanto de los pacientes diagnosticados con AR como en personas sanas se determinó utilizar el Dinamómetro Camry EH101. Entre las pruebas que realiza está precisamente el de valorar la fuerza muscular.

Su funcionamiento consiste en presionar la mancuerna lo más posible para poder determinar el nivel de fuerza de la persona. La posición en que debe de ser utilizado se muestra en la Figura 2

Figura 2. Posición corporal para el uso del Dinamómetro

La fuerza se determina en base a test realizados por la empresa entre un grupo nutrido de personas que abarcan diferentes rangos de edades, determinando así si una persona tiene un nivel de fuerza débil, normal o fuerte; esto de acuerdo a si es hombre o mujer [10].

Para determinar la Temperatura en la mano derecha de los pacientes se utilizó una cámara termográfica de la marca SeekThermal, la cual se coloca en el conector de datos de un celular que funcione con el OS Android. La cámara funciona con un software que provee la misma empresa para su uso, cuyo nombre es el mismo de la marca. Éste software proporciona el punto de mayor y menor calor en la imagen junto con su propia escala de colores en base a la temperatura.

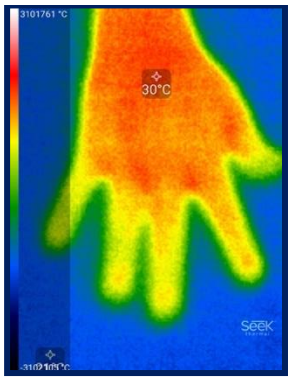


Figura 3. Imágen tomada con la cámara termográfica.

Respecto a las imágenes que se utilizaron para determinar las características de las manos de pacientes con AR y de personas "sanas" y obtener así los datos para la variable Atrofia Ósea se construyó una softbox de manufactura casera para poder tener un entorno controlado: se controló el nivel de luz, posición de la mano, distancia de la cámara respecto a la mano. Nuestro softbox casero consistió en una caja de madera cuyas medidas son: 50cm x 50cm x 50cm. En el interior se le puso una tira de leds cubiertas por papel blanco para difuminar la luz, así como también se le realizaron ranuras laterales y del frente a la caja, las cuales fueron cubiertas por cartulina blanca y manta para que el interior fuera más claro.

Figura 4. SoftBox casera.

El Smartphone elegido para realizar la toma de fotos fue un Iphone 5, en el cual se configuró la aplicación cámara –nativa del Iphone– para tomar las imágenes con la opción "Cuadrada", para que las imágenes tuvieran un tamaño de 2448 x 2448 pixeles y un peso aproximado de 1mb.

Para poder acceder a los pacientes diagnosticados con AR se realizó un convenio de colaboración entre la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas (ambas pertenecientes a la Universidad Autónoma de Guerrero) y el departamento de Reumatología del Hospital General "Raymundo Abarca

Alarcón" ubicado en la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero. El convenio permitió el poder acceder a los pacientes diagnosticados previamente por el especialista reumatólogo Dr. José Eduardo Navarro Zarza, quienes asistían a su consulta los días martes y jueves de cada semana.

TOMA DE MUESTRAS

Los datos de interés que se requirieron de las participantes fueron los siguientes: Nombre de la participante, edad, peso, estatura y nivel de fuerza, así como especificar si estaban sanas o con AR. Los cuales una vez obtenidos se vaciaron en una base de datos creada para tal fin.
El procedimiento para la adquisición de datos fue el siguiente:

- Preguntarles nombre y edad.
- Pesarlas y medir su estatura.
- Tomar las imágenes termográficas colocando su mano sobre una superficie plana.
- Tomar las imágenes utilizando la softbox.
- Preguntar a las participantes cuál era su mano predominante, indicarles que adoptaran la posición mostrada en la figura 2 y por útlimo proceder a determinar su nivel de fuerza en la mano especificada.

Los datos obtenidos fueron almacenados en la base de datos antes mencionadas, a cada participante se le asignó un número, el cual debía coincidir con la nomenclatura de las imágenes. El modelado de las variables se realizó con el programa WEKA, motivo por el cual la base de datos fue convertida al formato ".arff" para poder realizar la clasificación y análisis de los datos.

RESULTADOS

En WEKA, en conjunto con el método de validación Leave one out, y el análisis de datos (información obtenida con las cinco variables ya descritas, utilizando las imágenes obtenidas con la variable atrofia ósea) con 45 algoritmos contenidos en esta plataforma se determinaron los 9 algoritmos con mejores resultados que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de Algoritmos utilizados en WEKA con imágenes normales y las restantes variables de proceso.

#	Classifier	Sensitivity	Specificity	ROC	Accuracy
1	SMO	0.907	0.908	0.908	90.7563
2	RandomForest	0.921	0.895	0.957	90.7563
3	SGD	0.898	0.900	0.899	89.9160
4	MultiClassClassifierU	0.898	0.900	0.899	89.9160

	pdateable				
5	MultilayerPerceptron	0.890	0.892	0.943	89.0756
6	LogitBoost	0.876	0.897	0.958	88.6555
7	SimpleLogistic	0.875	0.89	0.964	88.2353
8	Bagging	0.902	0.865	0.943	88.2353
9	RandomCommittee	0.881	0.883	0.932	88.2353

En cuanto a las imágenes termográficas combinadas con las demás variables, los 9 algoritmos que tuvieron mejores resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de Algoritmos utilizados en WEKA con imágenes termográficas y las restantes variables de proceso.

#	Classifier	Sensitivity	Specificity	ROC	Accuracy
1	SMO	0.952	0.865	0.903	90.3361
2	VotedPerceptron	0.893	0.857	0.893	87.3950
3	RandomSubSpace	0.879	0.869	0.928	87.3950
4	SGD	0.892	0.850	0.869	86.9748
5	MultiClassClassifierUpdateable	0.892	0.850	0.869	86.9748
6	RandomForest	0.899	0.845	0.933	86.9748
7	AdaBoostM1	0.858	0.873	0.937	86.5546
8	IterativeClassifierOptimizer	0.846	0.848	0.930	86.1345
9	MultilayerPerceptron	0.862	0.852	0.931	85.7143

Analizando ambas tablas se puede apreciar que el algoritmo SMO tiene una mayor exactitud con un 90.7563% en la primer tabla y en la segunda 90.3361%, empatado en la primer tabla con el algoritmo RandomForest, sin embargo, la curva ROC de éste último es superior con un 0.957% y la sensibilidad con un 0.921%. En la tabla dos se invierten los papeles, ya que es aquí donde el SMO tiene una sensibilidad de 0.952%, la mejor de todos los algoritmos.

En la tabla dos, el algoritmo VotedPerceptron es el segundo con una exactitud del 87.3950, empatado en resultados con el RandomSubSpace, sin embargo, es el primero quien tiene una mayor especificidad con un 0.893%.

Finalmente, los algoritmos pertenecientes al grupo "Function" de WEKA son los que predominan en ambas tablas con algunos de los mejores resultados.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se clasificaron los datos de las personas diagnosticadas con diferentes grados de AR y de personas sanas, utilizando variables de proceso, las cuales se analizaron utilizando algoritmos contenidos en la plataforma de WEKA. Éstas variables al ser objetivas y no depender del estado de ánimo de los pacientes, contribuyeron a que los resultados fueran totalmente objetivos. De los 45 algoritmos utilizados para analizar los datos los que tuvieron una mayor exactitud fueron: SMO (90.7563%), RandomForest (90.7563%), SGD (89.9160)%, VotedPerceptron (87.3950%) y RandomSubSpace (87.3950%); siendo el SMO el que con un 90.7563% y 90.3361%, demostró una mayor exactitud, con una AUC de 0.980% y 0.903.

De hecho, los algoritmos agrupados en la sección "Function" fueron los predominantes en ambas tablas con resultados sobresalientes.

Este sistema puede ser aplicado en los centros de salud como apoyo para un primer reconocimiento de la enfermedad, para disminuir tiempo en la cadena de diagnóstico. Ya que es un sistema de detección accesible, objetivo y portátil de fácil implementación, cuyo diagnóstico debe de ser corroborado por el médico especialista.

REFERENCIAS

[1] Sánchez, E. N. (2006). Evaluación de la artritis reumatoide por técnicas de imagen: ecografía. Reumatología Clínica, 2, S13-S17.

[2] Anónimo. (Julio 03 de 2015). Grupo Fórmula. Obtenido de: http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?Idn=515168&idFC=2015

[3] Balsa, A., Villaverde, V., & Martín-Mola, E. (2002). Índices de actividad y mejoría en la artritis reumatoide. Rev Esp Reumatol, 1(1), pp. 4-8.

[4] Anónimo. (Junio 15 de 2016). ArthritisFoundation. Obtenido de: http://espanol.arthritis.org/espanol/disease-center/artritis-reumatoide/

[5] Vinaccia, S., Cadena, J., Juárez, F., Contreras, F., & Anaya, J. M. (2004). Relaciones entre variables sociodemográficas, incapacidad funcional, dolor y desesperanza aprendida en pacientes con diagnóstico de artritis reumatoide. International Journal of Clinical and Health Psychology, 4(1). pp. 91-103

[6] Belmonte Serrano, M. Á. (2008). ¿Es la puntuación DAS28 el método más adecuado para estimar la actividad de la artritis reumatoide? Consideraciones clinimétricas y escenarios de simulación. Reumatología Clínica, 4(5), pp.183-190.

[7] Aletaha, D., Neogi, T., Silman, A. J., Funovits, J., Felson, D. T., Bingham, C. O., ... & Combe, B. (2010). 2010 rheumatoid arthritis classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. Arthritis & Rheumatology, 62(9), pp. 2569-2581.

[8] Córdoba Fallas, L. (Junio 16 de 2011). Minería de datos. Obtenido de: http://cor-mineriadedatos.blogspot.mx/2011/06/weka.html

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LAS HERRAMIENTAS DE APRENDIZAJE DE MÁQUINA ACTUALES

ANTONIO ALARCÓN-PAREDES
Universidad Autónoma de Guerrero
aalarcon@uagro.mx

ANGELINO FELICIANO-MORALES
Universidad Autónoma de Guerrero
angelfmorales@gmail.com

RENÉ E. CUEVAS-VALENCIA
Universidad Autónoma de Guerrero
reneecuevas@uagro.mx

ARNULFO CATALÁN-VILLEGAS
Universidad Autónoma de Guerrero
catalanvillegas@uagro.mx

GUSTAVO A. ALONSO
Universidad Autónoma de Guerrero
galonso@uagro.mx

RESUMEN

La inteligencia artificial, es un área que ha tenido increíbles avances desde sus inicios, a mediados del siglo pasado. Ha sido utilizada en diversos y prominentes ámbitos de investigación, desde la creación de aparatos y dispositivos "inteligentes" hasta el desarrollo de diversas aplicaciones biomédicas o en las ciencias de la salud. Sin embargo, históricamente, los investigadores de otras áreas han tenido que acercarse a los expertos en ciencias de la computación para poder utilizar y aprovechar los algoritmos para el aprendizaje de máquina, o como se denomina en inglés: machine learning. Situación que motivó la creación de herramientas que permitan que aquellas personas con poco, y en ocasiones nulo, conocimiento sobre programación puedan utilizar modelos y algoritmos para ser utilizados en su investigación. En este trabajo, se toman como base los artículos científicos publicados que pueden encontrarse en Scopus, para indagar sobre las tendencias y perspectivas de algunas herramientas de machine learning: WEKA, scikit-learn y Rapidminer, mediante estadísticas de uso, preferencia y utilización. Se presenta también un análisis de las principales características, ventajas y desventajas de las mismas, con la finalidad de acercar y promover el uso de estas herramientas a los investigadores en otras áreas científicas alrededor del mundo.

PALABRAS CLAVE

Herramientas de aprendizaje de máquina, herramientas de minería de datos, weka, rapidminer, scikit-learn.

ABSTRACT

The artificial intelligence research has evolved rapidly since its origins, during the last century. It has been applied in a range of research fields, from the creation of "smart" devices to the development of biomedical or health sciences applications. Nevertheless, historically, researchers from other fields of interest needed to get close to computer scientists in order to use and take advantage of machine learning algorithms. This was one of the reasons motivating the development of simple tools that allow people with a few, or null, programming skills, to use machine learning models in their own research. This paper was made upon a basis of papers published in *Scopus* to investigate the trends and perspectives of WEKA, scikit-learn and Repidminer, machine learning tools by means of its usage and preference statistical information, and their utilization.

Moreover, a comprehensive analysis showing their main features, advantages and weaknesses is also presented. We hope this study could be useful to scientists all over the world devoted to all scientific areas.

KEYWORDS

Machine learning tools, data mining tools, weka, rapidminer, scikit-learn.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Panorama histórico

La inteligencia artificial (IA) fue concebida con un objetivo claro: emular las facultades de razonamiento del ser humano. Para acercarse a este objetivo. Aún antes de denominarse IA, los precursores de este campo desarrollaron diversas teorías que a la postre constituirían hitos en este panorama histórico. Entre ellos, destaca el modelo de neurona artificial de McCulloch & Pitts en 1943, donde mostró que al interconectar varias de estas "neuronas", era posible construir funciones lógicas [7]; los grandes aportes a la teoría de aprendizaje del neurofisiólogo canadiense Donald Hebb fueron grandemente apreciados, ya que en su libro *La organización del comportamiento*, expresaba el aprendizaje en función del sistema nervioso [5]; así como uno de los trabajos más afamados de la IA: la prueba de Turing, plasmada en su artículo *Maquinaria computacional e inteligencia*, en 1950 [18]. Es en esta última donde se plantea la pregunta ¿pueden las máquinas pensar?, y se abordan por primera vez conceptos tales como "aprendizaje automático", "aprendizaje de máquina" o "algoritmos de solución genérica".

Tras conocer estos trabajos pioneros, John McCarthy se encargó de reunir a ilustres investigadores como Marvin Minsky, Claude Shannon y Herbert Simon, para organizar un taller en Dartmouth con la finalidad de atraer a más científicos a las redes neuronales y el aprendizaje automático; fue en este evento en 1956 donde se acuñó el término de *Inteligencia Artificial* [13].

El evento de McCarthy fue tan importante, que tan sólo dos años después, en 1958, Frank Rosenblatt retoma el modelo de McCulloch y Pitts agregándole la idea de aprendizaje Hebbiana, y construye el primer modelo de aprendizaje automático, llamado *Perceptron*. Este trabajo serviría como estandarte para hacer florecer el área de las redes neuronales artificiales (RNA) y el cómputo conexionista en gran medida. Sin embargo, en 1969, Marvin Minsky y Seymour Papert se dieron a la tarea de escribir un libro llamado

"Perceptrons", donde evidencian las fuertes limitaciones del perceptron de Rosenblatt, y conjeturan que de existir perceptrones con múltiples capas, estos sufrirían los mismos efectos devastadores de linealidad del modelo original. Refiriéndose a estas limitaciones, mencionan textualmente que *"...consideramos que éste es un importante problema de investigación para reafirmar nuestro juicio de que la extensión a sistemas con múltiples capas, es estéril"* [9].

Como resultado de este libro, el interés por las RNA fue casi nulo. Contrariamente, sirvió en gran medida para que en las siguientes décadas, muchos especialistas del aprendizaje automático dedicaran sus esfuerzos a proponer y desarrollar distintos enfoques de algoritmos para el aprendizaje de máquina.

En 1986, Rumelhart, Hinton y Williams anuncian el descubrimiento de *Backpropagation* [12], un algoritmo de entrenamiento para RNA que permite discernir entre clases no separables linealmente. Por supuesto, esto dio pie al resurgimiento de las redes neuronales, desarrollándose ahora en conjunto con todo el bagaje de modelos y algoritmos que habían estado consolidándose durante las dos décadas anteriores.

1.2. Contexto

Con el avance de la tecnología contemporánea, es deseable, y en ocasiones necesario en otras áreas del conocimiento humano, utilizar algoritmos de aprendizaje automático. Esto ha propiciado que, en mayor o menor medida, los investigadores de otras áreas comiencen a tener acercamiento con los expertos en análisis de datos. Aunque así, algunos otros investigadores prefirieron ir aprendiendo a programar sus propios métodos a utilizar.

Actualmente, existen diversas herramientas diseñadas para este propósito, las cuales permiten que la comunidad científica pueda utilizar de forma simple algoritmos de aprendizaje automático. De hecho, muchos de los algoritmos influyentes que salieron a la palestra en la segunda mitad del siglo XX [19], y principios del siglo actual, están y se han estado incorporando a este tipo de herramientas.

La comunidad científica tiene pleno conocimiento de la importancia de estas herramientas, y ponen especial interés en aquellas que son desarrolladas mediante código abierto. El código abierto (*open source*) permite la disponibilidad de su utilización sin costo, la oportunidad de afinarlas a problemas específicos del usuario, así como la mejora continua en los algoritmos, métodos de validación y técnicas de pre-procesamiento.

Aspectos tales como la documentación existente, variedad de algoritmos, actualización continua, interoperabilidad, entre otros, son características deseables para la elección de dichas herramientas.

Para la realización de este trabajo, se llevó a cabo un análisis de algunas herramientas de minería de datos tomando en cuenta los aspectos mencionados con antelación. Este análisis está basado en una estructura de evaluación propuesta en el Centro para el Entendimiento de los Datos (CDI, Center for Data Insight) perteneciente a la Universidad del Norte de Arizona [2].

Además se toman como base aquellos artículos publicados que pueden encontrarse en la plataforma de búsqueda *Scopus* [15], y se obtiene información estadística respecto de su preferencia de uso por año y cantidad de citas tipo B obtenidas en la última década, país de los autores para correspondencia, palabras clave y áreas de conocimiento. Se decidió utilizar Scopus, por ser una base de datos publicada por Elsevier Co., que indexa artículos científicos para su búsqueda e incluye más de 67 millones de artículos publicados en 22,794 revistas de alta calidad, 1.39 millones de libros, cerca de 8 millones de artículos en conferencias internacionales, así como 28 millones de patentes [1, 16]. Las herramientas tomadas en cuenta en este trabajo son: WEKA, por ser la herramienta de minería de datos por antonomasia; Rapidminer, muy conocida entre la comunidad científica, y, debido a su incipiente crecimiento en este ámbito, scikit-learn.

2. HERRAMIENTAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Este apartado está destinado a presentar las herramientas tomadas en cuenta para este estudio. Por lo general, la descripción que cada una de ellas tiene en su propio sitio, puede hacer referencia a un área específica para el tratamiento de datos. Por ejemplo, *WEKA* se autodenomina como una herramienta de minería de datos hecha en Java; *scikit-learn*, por su parte, se enuncia a sí misma como el aprendizaje de máquina en Python; *rapidminer* define su propósito para aplicarse a la ciencia de los datos de forma real, rápida y simple. No obstante, en todas las herramientas analizadas en este trabajo de investigación se utilizan algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado, así como diferentes herramientas para el pre-procesamiento de datos y la visualización de los mismos. A continuación, se presenta una breve semblanza de las herramientas que son objeto de estudio en este trabajo.

2.1 Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA)

El entorno para el análisis de conocimiento de la Universidad de Waikato en Nueva Zelanda, mejor conocido como WEKA, es un ambiente de trabajo destinado a ayudar en la aplicación de técnicas y algoritmos de aprendizaje automático a conjuntos de datos del mundo real; específicamente fue concebido para ser usado en datos del sector agrícola en Nueva Zelanda [3].

Actualmente, WEKA es una plataforma que contiene una vasta colección de herramientas para tareas de clasificación, agrupamiento, regresión, asociación, y para el pre-procesamiento y visualización de datos. Está desarrollado en Java como código abierto bajo licencia GNU-GPL, por lo que puede ser usado directamente en su plataforma, o bien, ser llamado desde un código propio en Java [4]. Puede ser descargado desde [17].

2.2 Scikit-learn

El proyecto SciPy es una colección de múltiples herramientas de software de código abierto en Python para cómputo científico. Para su funcionamiento, esta librería mantiene sinergia con otras librerías como NumPy, Matplotlib, Pandas, entre otras [10, 14].

La herramienta scikit-learn es parte del entorno SciPy y está dedicada específicamente para aplicar algoritmos de minería de datos y aprendizaje de máquina a los datos que se ingresen en un programa en Python y se distribuye bajo licencia BSD [11]. Su génesis se remonta a 2007 en el verano de proyectos de código de Google, siendo David Cournapeau su principal creador, atrayendo desde entonces múltiples voluntarios que contribuyen con su continua mejora.

Esta librería puede ser instalada desde Python por medio del comando pip install -U scikit-learn, o descargada desde https://github.com/scikit-learn/scikit-learn.

2.3 Rapidminer

Rapidminer, también conocido como YALE (*Yet Another Learning Environment*), es una herramienta distribuida bajo licencia AGPL [8]. Fue creada para proveer soluciones a problemas por medio de la aplicación de algoritmos de minería de datos y está dirigido a los profesionales del área de análisis de datos, a las personas que curiosamente buscan inspeccionar en los algoritmos de minería de datos y en general a todos aquellos que necesiten hacer uso de este tipo de algoritmos para buscar soluciones a los problemas de su campo de interés [6].

Esta herramienta se utiliza por medio de bloques que pueden ser arrastrados al área de trabajo. Estos bloques representan métodos para tareas de agrupamiento, clasificación, regresión, generación de reglas de asociación, e inclusive para pre-procesamiento y transformación de datos. Es posible pagar para obtener

soporte empresarial, aunque también puede descargarse la versión gratuita con soporte de la comunidad desde su página oficial: `https://rapidminer.com`.

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En esta sección se presenta una comparativa de algunos aspectos de cada una de las herramientas mencionadas en puntos anteriores. Para llevar a cabo esta evaluación comparativa, se tomó en cuenta el marco de evaluación propuesto por Collier y colaboradores [2], cuya metodología fue descrita en primera instancia por el Centro para el Entendimiento de los Datos (CDI, Center for Data Insight, por sus siglas en inglés) de la Universidad del Norte de Arizona El CDI es un Centro sin fines de lucro para la investigación y el desarrollo de herramientas KDD (Knowledge Data Discovery). El marco de referencia de esta evaluación contempla categorías dedicadas a 1) desempeño, 2) funcionalidad, 3) usabilidad y 4) actividades complementarias. La escala que se utiliza para tal propósito va del 1 al 5 y necesita de una herramienta referencia (en este trabajo es WEKA) que para cada rubro obtendrá un puntaje de 3. Para llevar a cabo el proceso comparativo de las otras herramientas en función de la referencia, se asignará el siguiente puntaje: (1) cuando es mucho peor que la referencia, (2) cuando es peor que la referencia, (3) cuando tiene una igual evaluación, (4) cuando es mejor que la referencia y (5) cuando es mucho mejor que la referencia.

Por otra parte, se presentan datos estadísticos sobre el uso y tendencias de este tipo de software en artículos científicos publicados que pueden ser encontrados por Scopus. Se tomarán en cuenta aspectos tales como cantidad de publicaciones referentes a WEKA, scikit-learn y Rapidminer y la cantidad de citas obtenidas en los últimos dos lustros, la cantidad de artículos que se engloban por área de conocimiento y palabras clave (las 10 más referidas), por tipo de documento, así como la predilección de las mismas por país.

3.1 Análisis de herramientas

Como se menciona previamente en este documento, se llevó a cabo una evaluación como se describe en el marco de evaluación de la CDI, donde se toman en cuenta el desempeño, la funcionalidad y la usabilidad de las herramientas. En este tenor, las características están organizadas como sigue:

Desempeño, que toma los siguientes aspectos:

- Sistema operativo. ¿Puede funcionar en diversos SO?
- Fuentes de datos. ¿La herramienta soporta diferentes tipos de dato?
- Interoperabilidad. ¿Puede utilizarse en conjunto con otras herramientas de KDD?
- Robustez. ¿La herramienta puede correr sin que truene o se quede congelada?

Funcionalidad, que refiere las siguientes características:

- Variedad de algoritmos. ¿La herramienta provee una adecuada variedad de métodos y algoritmos de minería de datos?
- Validación de modelos. ¿La herramienta permite validación de modelos?
- Flexibilidad de tipos de dato. ¿Es posible leer diferentes tipos de datos?

anteriores. Para llevar a cabo esta evaluación comparativa, se tomó en cuenta el marco de evaluación propuesto por Collier y colaboradores [2], cuya metodología fue descrita en primera instancia por el Centro para el Entendimiento de los Datos (CDI, Center for Data Insight, por sus siglas en inglés) de la Universidad del Norte de Arizona El CDI es un Centro sin fines de lucro para la investigación y el desarrollo de

herramientas KDD (Knowledge Data Discovery). El marco de referencia de esta evaluación contempla categorías dedicadas a 1) desempeño, 2) funcionalidad, 3) usabilidad y 4) actividades complementarias. La escala que se utiliza para tal propósito va del 1 al 5 y necesita de una herramienta referencia (en este trabajo es WEKA) que para cada rubro obtendrá un puntaje de 3. Para llevar a cabo el proceso comparativo de las otras herramientas en función de la referencia, se asignará el siguiente puntaje: (1) cuando es mucho peor que la referencia, (2) cuando es peor que la referencia, (3) cuando tiene una igual evaluación, (4) cuando es mejor que la referencia y (5) cuando es mucho mejor que la referencia.

Por otra parte, se presentan datos estadísticos sobre el uso y tendencias de este tipo de software en artículos científicos publicados que pueden ser encontrados por Scopus. Se tomarán en cuenta aspectos tales como cantidad de publicaciones referentes a WEKA, scikit-learn y Rapidminer y la cantidad de citas obtenidas en los últimos dos lustros, la cantidad de artículos que se engloban por área de conocimiento y palabras clave (las 10 más referidas), por tipo de documento, así como la predilección de las mismas por país.

3.1 Análisis de herramientas

Como se menciona previamente en este documento, se llevó a cabo una evaluación como se describe en el marco de evaluación de la CDI, donde se toman en cuenta el desempeño, la funcionalidad y la usabilidad de las herramientas. En este tenor, las características están organizadas como sigue:

Desempeño, que toma los siguientes aspectos:

- Sistema operativo. ¿Puede funcionar en diversos SO?
- Fuentes de datos. ¿La herramienta soporta diferentes tipos de dato?
- Interoperabilidad. ¿Puede utilizarse en conjunto con otras herramientas de KDD?
- Robustez. ¿La herramienta puede correr sin que truene o se quede congelada?

Funcionalidad, que refiere las siguientes características:

- Variedad de algoritmos. ¿La herramienta provee una adecuada variedad de métodos y algoritmos de minería de datos?
- Validación de modelos. ¿La herramienta permite validación de modelos?
- Flexibilidad de tipos de dato. ¿Es posible leer diferentes tipos de datos?
- Flexibilidad para modificar los algoritmos. ¿Existe la flexibilidad para modificar o afinar los algoritmos que presenta la herramienta?
- Pre-procesamiento de datos. ¿El software permite un adecuado pre-procesamiento de los datos?
- Presentación de resultados. ¿Pueden los resultados ser presentados de diferentes maneras?

Usabilidad, que engloba lo siguiente:

- Interfaz gráfica de usuario (GUI). ¿La GUI permite una utilización sencilla e intuitiva?
- Curva de aprendizaje. ¿Es fácil aprender la herramienta?
- Visualización de datos. ¿Qué tan bien se presentan los datos y los resultados del modelado?
- Dominio de los problemas de aplicación. ¿Puede la herramienta ser aplicada a una variedad de problemas?

Actividades complementarias, por ejemplo:

- Filtrado de datos. ¿Es posible realizar filtrado de datos en la herramienta?

- Línea de comandos. ¿La herramienta permite su utilización mediante interfaz de línea de comando (CLI)?
- Flujo de trabajo automatizado (workflow). ¿Puede el software ser utilizado como una herramienta de flujo de datos y automatizar el trabajo?
- Ayuda en línea. ¿Qué tan vasta es la ayuda en línea?

En la Tabla 1, se describe la información general de las herramientas analizadas.

	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
Formato de archivo soportado	arff, c4.5, csv, jdbc, json, libsvm, matlab ascii, xrff	arff, csv, libsvm, mat, texto plano	c4.5, csv, odbc, mdb sav, texto plano, xls
Lenguaje de programación	Java	Python	Java
Sistema operativo	Multi-plataforma	Multi-plataforma	Multi-plataforma
Licencia	GPL	BSD	AGPL
Última actualización	11 abr 2017	20 jun 2017	01 feb 2017
Soporte	Comunidad	Comunidad	Comunidad

Es posible notar que las tres herramientas presentan características generales muy parecidas. Todas leen los principales tipos de archivos para trabajar con datos, son multi-plataforma, ya que están basadas en lenguajes con la misma bondad (Java y Python), el soporte está dado principalmente por medio de la comunidad tanto de desarrolladores, como de usuarios registrados en los blogs y espacios destinados para tal propósito. Las fechas de última actualización son todas en este año, oscilando en un rango de cuatro meses entre la más y la menos reciente.

En la Tabla 2, se ilustran los resultados de la evaluación correspondiente al rubro de desempeño de las herramientas aquí presentadas.

Tabla 2: Aspectos de desempeño de las herramientas de aprendizaje de máquina analizadas

	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
Sistema operativo	3	3	3
Fuentes de datos	3	3	3

Interoperabilidad	3	5	4
Robustez	3	3	3
Evaluación	**3**	**3.5**	**3.25**

Con respecto de su funcionalidad, los resultados pueden verse a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3: Aspectos de funcionalidad de las herramientas de aprendizaje de máquina analizadas

	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
Variedad de algoritmos	3	4	4
Validación de modelos	3	4	5
Flexibilidad de tipos de dato	3	3	3
Flexibilidad de Modificación de algoritmos	3	5	4
Pre – procesamiento de datos	3	4	3
Presentación de resultados	3	4	4
Evaluación	**3**	**4**	**3.83**

En cuanto a los aspectos de usabilidad, la evaluación puede verse reflejada en la Tabla 4.

Tabla 4: Aspectos de usabilidad de las herramientas de aprendizaje de máquina analizadas

	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
GUI	3	4	4
Curva de aprendizaje	3	4	5
Visualización de datos	3	3	3
Dominios de problemas de aplicación	3	5	4

Evaluación	**3**	**4**	**4**

Finalmente, de acuerdo con el marco de referencia de la CDI, las tareas complementarias han sido cubiertas y están reportadas en la Tabla 5.

Tabla 5: Actividades complementarias en las herramientas de aprendizaje de máquina analizadas

	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
Filtrado de datos	3	3	3
Línea de comandos (CLI)	3	3	1
Flujo de trabajo automatizado (workflow)	3	3	3
Ayuda en línea	3	5	2
Evaluación	**3**	**3.5**	**2.25**

Con la finalidad de ahondar un poco más respecto de la variedad de algoritmos, tópico de suyo interés para quienes realizan investigación en esta área, se analizaron diversas características, como el tipo de enfoques y/o tareas propias del ámbito del aprendizaje automático, a saber:

- Clasificación
- Regresión
- Agrupamiento o clustering
- Series de tiempo
- Reglas de asociación
- Detección de datos atípicos
- Selección de variables

Donde solamente se verifica si cumple, o no, con la característica mencionada, como se muestra en la *Tabla 6*.

Tabla 6: Variedad de algoritmos de las herramientas de aprendizaje de máquina

	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
Clasificación	☑	☑	☑
Regresión	☑	☑	☑

Clustering	?	?	?
Series de tiempo		?	?
Reglas de asociación	?	?	?
Detección de datos atípicos		?	?
Selección de variables	?	?	?
Evaluación	**5/7**	**7/7**	**7/7**

De acuerdo con los resultados de las tablas anteriores, lo recomendable sería utilizar scikit-learn o Rapidminer, por los aspectos evaluados aquí. Sin embargo, un punto muy importante es el nivel de conocimiento de los algoritmos a utilizar y las habilidades de programación en donde, si se cumple estos dos puntos, el uso de scikit-learn sería el más adecuado dadas las condiciones de interacción con múltiples otras herramientas bajo el sello scikit (por ejemplo scikit-image, o scikit-cuda), y la flexibilidad que brinda el lenguaje de programación Python. De lo contrario, WEKA o Rapidminer pueden ser una alternativa eficaz para quienes desean obtener resultados utilizando los algoritmos como caja negra. No obstante, es interesante verificar cuáles son las preferencias y tendencias de uso entre la comunidad científica, tópicos que se abordan en las siguientes subsecciones.

3.2 Tendencia de uso por año de publicación

De forma general, las herramientas de aprendizaje de máquina, han tenido gran aceptación en la comunidad científica. El propósito de esta subsección es precisamente explorar este grado de aceptación por medio de la búsqueda de trabajos científicos publicados. Por ello, se presenta la estadística de uso de estas herramientas graficando cuántos artículos publicados por año usan el software de WEKA, scikit-learn y/o Rapidminer durante la última década, como se muestra en la Fig. 1.

El buscador Scopus arroja como resultado que el uso de WEKA es sustancialmente mayor que el de scikit-learn o Rapidminer en todos los años de referencia, quedando en segundo lugar de predilección de uso Rapidminer. Sin embargo, es de notarse la forma en cómo scikit-learn va alcanzando a Rapidminer en 2015 y 2016, por lo que pareciera que en 2017 quien quedará en segundo lugar de uso será scikit-learn.

Es claro que WEKA es el software de minería de datos más utilizado entre los presentados en este trabajo. Esto puede deberse a las siguientes razones: 1) WEKA fue creado con antelación a los otros dos, 2) a diferencia de WEKA, Rapidminer no puede ser llamado por línea de comando, 3) scikit-learn necesita cierto conocimiento de programación para poder usarlo. Sin embargo, esto sólo es indicativo de en cuántos trabajos se usa, sin tomar en cuenta el impacto que tiene cada uno de los trabajos, por lo que tomar en cuenta la cantidad de citas que tienen es esencial.

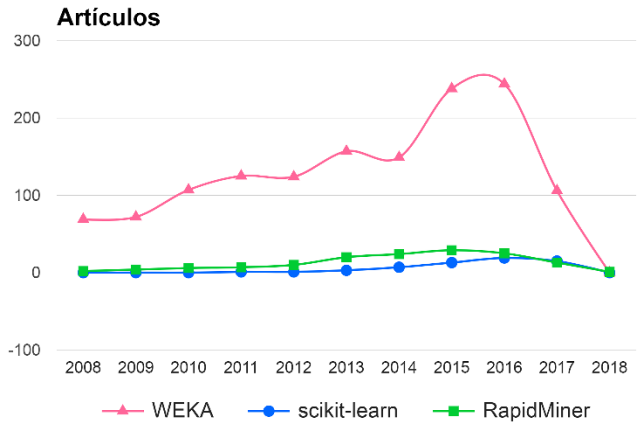


Figura 1: Artículos referentes a las herramientas presentadas, publicados por año.

3.3 Tendencia de citas por año de publicación

Para poder estimar el impacto de las publicaciones de la subsección anterior, se tomaron las citas que tienen los trabajos que utilizan WEKA, scikit-learn o Rapidminer. Con la finalidad de tener una mejor estadística, solamente se toman las citas que fueron hechas por personas ajenas a los trabajos publicados, es decir, se desecharon las citas hechas por alguno de los autores.

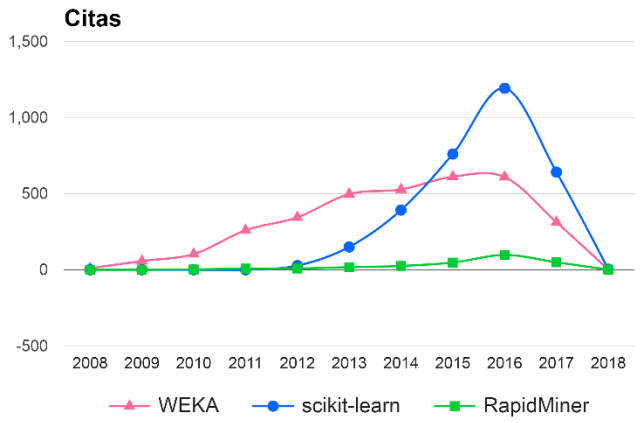


Figura 2: Citas de los artículos por año de publicación.

La Fig. 2 muestra una tendencia en el incremento de las citas obtenidas por scikit-learn, lo que habla de su potencialidad de ser utilizado en futuros trabajos. Por otra parte, la cantidad de citas a trabajos que usan WEKA o Rapidminer, sube de forma constante, aunque no con un gran incremento. La diferencia en número de publicaciones de las herramientas es muy importante, por ello se coloca en gráficas la cantidad de artículos publicados por año contrastándolos con la cantidad de citas obtenidas en ese año.

3.3.1 WEKA. La Fig. 3 muestra la cantidad de artículos publicados en comparación con la cantidad de citas obtenidas por año desde 2008 hasta 2018.

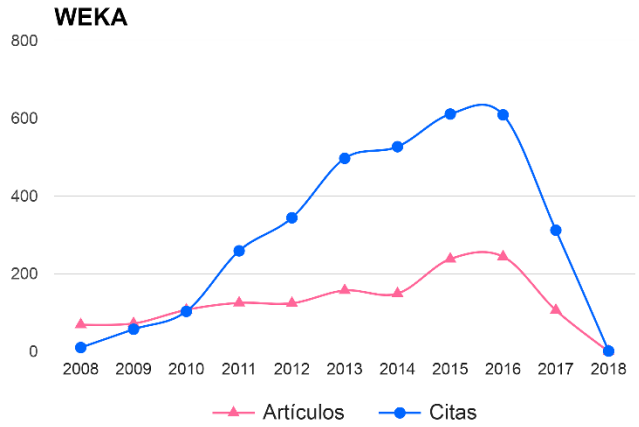


Figura 3: Artículos y citas anuales referentes a WEKA.

En términos generales, se observa que desde 2011 la cantidad de citas obtenidas en trabajos con WEKA oscila en valores alrededor del doble de publicaciones hechas y se observa que la relación citas-artículos aumenta escuetamente con el tiempo.

3.3.2 Scikit-learn. En la Fig. 4 se muestran los artículos publicados en comparación con las citas a trabajos en esos mismos años.

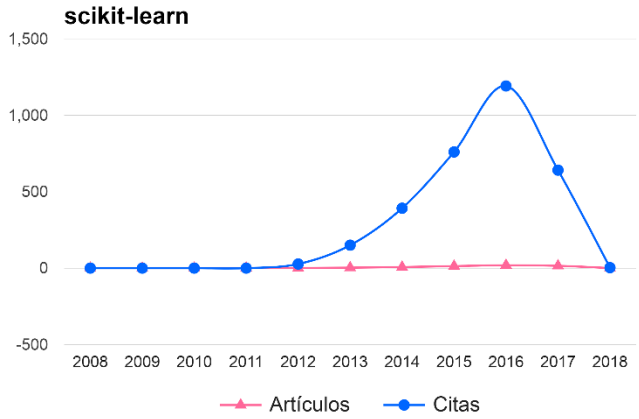


Figura 4: Artículos y citas anuales alusivos a scikit-learn.

La gráfica muestra una notable inclinación al uso de scikit-learn por medio de un más que amplio número de citas para tan pequeña cantidad de trabajos publicados. Esto es un claro indicativo del gran impacto que ha tenido scikit-learn en la última década; particularmente en el año 2016 donde superó las mil citas. Esta tendencia puede darse debido al creciente interés de la comunidad científica en el lenguaje de programación Python, que ha demostrado ser muy flexible, además de tener una rápida curva de aprendizaje.

3.3.3 Rapidminer. Similarmente a los dos ítems anteriores, en la Fig. 5 se muestran los artículos y citas sobre Rapidminer. La gráfica permite observar una creciente tendencia en el impacto de los trabajos concernientes a esta herramienta. Si bien la forma de crecimiento en esta tendencia es muy similar a la de

scikit-learn, con una forma muy parecida a una exponencial, la máxima cantidad de citas obtenidas por Rapidminer escasamente alcanza una décima parte de las obtenidas por su similar.

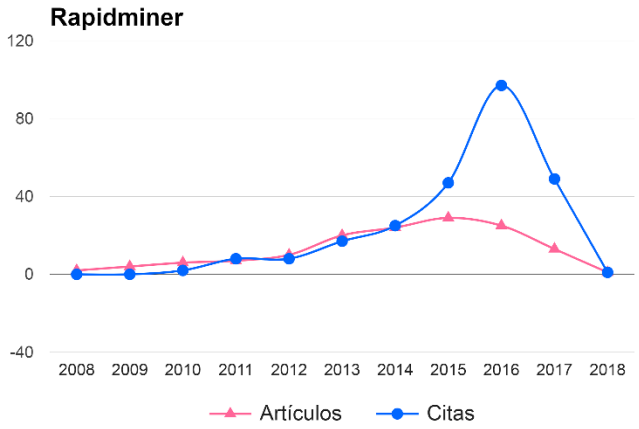


Figura 5: Artículos y citas anuales sobre Rapidminer.

3.4 Palabras clave en las publicaciones

A continuación, se muestran las 10 principales palabras clave utilizadas en los artículos correspondientes a los últimos diez años respecto a las tres herramientas analizadas en este trabajo.

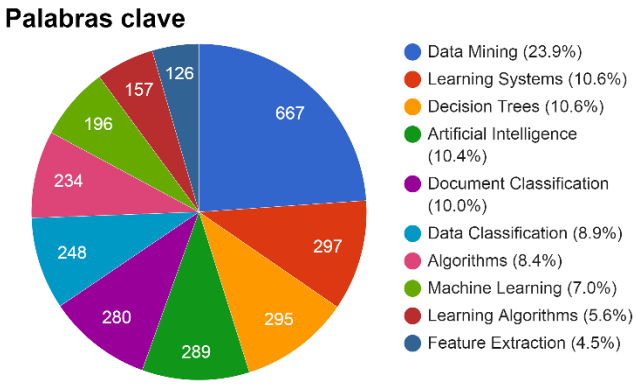


Figura 6: Palabras clave en los artículos publicados.

Es claro que por lo general, todos los artículos versan sobre un tema central común, que es referente a la minería de datos, sistemas de aprendizaje de máquina, algoritmos de aprendizaje, clasificación de datos, inteligencia artificial (ver Fig. 6).

3.5 Publicaciones por área de conocimiento

No obstante que los artículos hacen referencia a sistemas de aprendizaje de máquina y minería de datos principalmente, es importante dilucidar el área de aplicación.

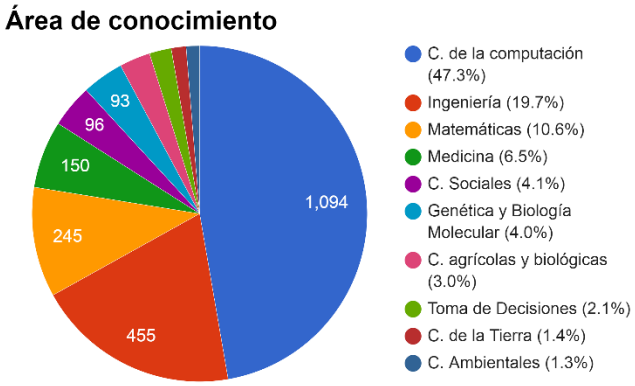


Figura 7: Artículos referentes a las herramientas presentadas, publicados por año.

Las Ciencias de la computación son, como era de esperarse, el área con la mayor cantidad de publicaciones de esta índole, ocupando prácticamente el 50% de ellas. Entre la Ingeniería y las Matemáticas, se abarca otro 30% de las publicaciones.

A pesar de que estas tres abarcan casi el 80 por ciento de publicaciones, la Fig. 7 muestra diversas publicaciones dedicadas a la Medicina, Ciencias sociales, Genética y biología molecular, Ciencias agrícolas y biológicas, Toma de decisiones, Ciencias de la tierra y las Ciencias ambientales. Es de notarse que la minería de datos tiene un campo fértil en diferentes otras áreas del conocimiento.

3.6 Cantidad de publicaciones por país

De manera informativa, en la Fig. 7 se muestra el país de origen de quienes utilizan estas herramientas, notando que los círculos más grandes y más cercanos al color rosa son donde se ha publicado una mayor cantidad de artículos.

En la Tabla 7 se colocaron los diez países con mayor cantidad de publicaciones en total. Se desglosa, además, la cantidad de artículos publicados referentes a las tres herramientas analizadas.

Es claro que por lo general, todos los artículos versan sobre un tema central común, que es referente a la minería de datos, sistemas de aprendizaje de máquina, algoritmos de aprendizaje, clasificación de datos, inteligencia artificial (ver Fig. 6).

3.5 Publicaciones por área de conocimiento

No obstante que los artículos hacen referencia a sistemas de aprendizaje de máquina y minería de datos principalmente, es importante dilucidar el área de aplicación.

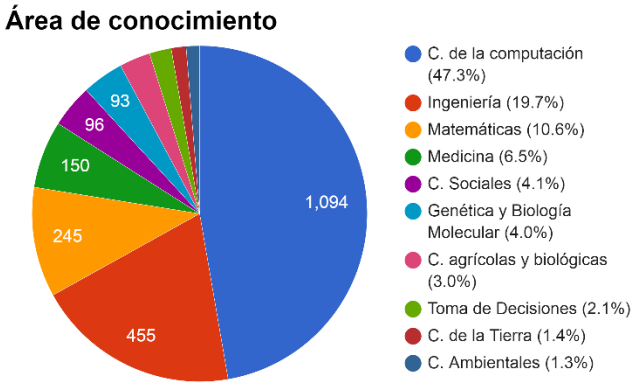


Figura 7: Artículos referentes a las herramientas presentadas, publicados por año.

Las Ciencias de la computación son, como era de esperarse, el área con la mayor cantidad de publicaciones de esta índole, ocupando prácticamente el 50% de ellas. Entre la Ingeniería y las Matemáticas, se abarca otro 30% de las publicaciones.

A pesar de que estas tres abarcan casi el 80 por ciento de publicaciones, la Fig. 7 muestra diversas publicaciones dedicadas a la Medicina, Ciencias sociales, Genética y biología molecular, Ciencias agrícolas y biológicas, Toma de decisiones, Ciencias de la tierra y las Ciencias ambientales. Es de notarse que la minería de datos tiene un campo fértil en diferentes otras áreas del conocimiento.

3.6 Cantidad de publicaciones por país

De manera informativa, en la Fig. 7 se muestra el país de origen de quienes utilizan estas herramientas, notando que los círculos más grandes y más cercanos al color rosa son donde se ha publicado una mayor cantidad de artículos.

En la Tabla 7 se colocaron los diez países con mayor cantidad de publicaciones en total. Se desglosa, además, la cantidad de artículos publicados referentes a las tres herramientas analizadas.

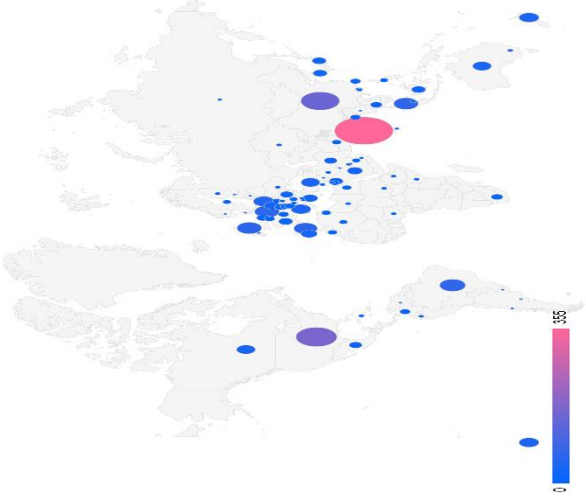


Figura 7: Publicaciones por país.

Tabla 7: Predilección de herramientas en los diez países con mayor cantidad de publicaciones

País	WEKA	Scikit-learn	Rapidminer
India	323	4	28
Estados Unidos	136	18	16
China	143	2	5
Brasil	64	1	4
Malasia	62	1	2
Alemania	39	7	18
Reino Unido	52	7	2
España	54	1	3
Polonia	47	0	0
Nueva Zelanda	40	0	0

4 CONCLUSIONES

En este trabajo, se realizó un breve análisis respecto de las características, aspectos de desempeño, funcionalidad, usabilidad y actividades complementarias, así como los tipos de algoritmos que se incluyen en tres herramientas de minería de datos: WEKA, scikit-learn y Rapidminer. Las características generales indican que todas son multi-plataforma, pues están desarrolladas en lenguajes de programación que cumplen con esta propiedad: Java y Python. A su vez, todas han salido bajo licenciamiento open source, tienen su más reciente actualización de Febrero a Julio de este mismo año y es la comunidad de desarrolladores quien les brinda soporte. En este análisis se observó que todas ellas cumplen en general con los aspectos antes mencionados, mostrando que mientras algunas sufren en algún punto, se fortalecen en otro, resultando su evaluación muy homogénea con tintes sobresalientes por parte de scikit-learn, como puede apreciarse en las Tablas 1 - 6. Respecto del tipo de algoritmos que incluyen, WEKA es quien cuenta con la menor variedad.

A su vez se analizaron estadísticas que permitan dilucidar las preferencias de uso de estas herramientas; estas estadísticas se obtuvieron por medio de Scopus. En ellas se halló que WEKA es por mucho la más utilizada (ver la Fig. 1), erigiéndose como la herramienta de minería de datos y aprendizaje automático por antonomasia. Sin embargo, las estadísticas también revelan que los trabajos realizados utilizando esta misma herramienta no gozan de un impacto semejante a su predilección de uso. Esto se infiere por medio de una exploración de la cantidad de citas de los trabajos publicados, como sondeo para valorar su impacto, referido en las Fig. 2, 3, 4 y 5.

También se percibe una contundente congruencia de las palabras clave de las publicaciones, en razón de que las herramientas que se presentaron en este trabajo tienen una misma orientación y están orientadas para el propósito primordial de utilizar la minería de datos o algoritmos de aprendizaje automático a cierta área del conocimiento. A la sazón, se auscultaron las áreas de conocimiento donde estas herramientas han sido empleadas, siendo las de mayor predilección aquellas relacionadas con las ciencias de la computación, ingeniería y matemáticas. Asimismo, han sido aplicadas en otros ámbitos: en las ciencias de la salud

(medicina, genética y biología molecular), ciencias de la tierra (ambientales y agrícolas) y las ciencias sociales.

Se presentaron los diez países con mayores publicaciones sobre estas herramientas, desglosándose la predilección por cada una de ellas. En esta lista se encontró que el país con mayor cantidad de publicaciones es la India, en conjunto con otros dos países asiáticos, 2 países de América, 4 europeos y uno de Oceanía. En el caso de Colombia, se reporta una cantidad de 11 publicaciones: 9 de WEKA, 1 de scikit-learn y 1 de Rapidminer, mientras que en México se encontró un total de 18 publicaciones, todas ellas sobre WEKA. México y Colombia se encuentran en el lugar 24 y 35, respectivamente.

Con el presente trabajo, se espera haber logrado: 1) aumentar el interés en la utilización de las herramientas aquí presentadas, 2) brindar información que permita tener otra perspectiva de juicio a la hora de elegir alguna de las herramientas que aquí se presentan, más allá de sólo tomar la más utilizada, 3) invitar al amable lector a llevar a cabo trabajos interdisciplinarios que motiven el avance de las áreas involucradas. Además, de acuerdo con lo reportado en este trabajo, se sugiere el uso de scikit-learn, en aquellos casos donde se tengan conocimientos de programación, sobre todo si se conoce el lenguaje de programación Python. De otro modo, se recomienda el uso de WEKA o Rapidminer ya que, al ser ampliamente conocidas, podría encontrarse ayuda en línea cuando se desee realizar tareas específicas en la aplicación a desarrollar.

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] Burnham, J.F. 2006. Scopus database: a review. *Biomedical digital libraries*. 3, 1 (2006), 1.

[2] Collier, K. et al. 1999. A methodology for evaluating and selecting data mining software. *Systems Sciences, 1999. HICSS-32. Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on* (1999), 11–pp.

[3] Garner, S.R. 1995. Weka: The waikato environment for knowledge analysis. *Proceedings of the New Zealand computer science research students conference* (1995), 57–64.

[4] Hall, M. et al. 2009. The WEKA data mining software. *SIGKDD Explorations*. 11, 1 (2009), 10–18. DOI:https://doi.org/10.1145/1656274.1656278.

[5] Hebb, D.O. 1949. *The organization of behavior: A neuropsychological approach*. John Wiley & Sons.

[6] Hofmann, M. and Klinkenberg, R. 2013. *Rapid Miner Data Mining Use Cases and Business Analytics Applications*. CRC Press.

[7] McCulloch, W.S. and Pitts, W. 1943. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of mathematical biology*. 5, 4 (1943), 115–133.

[8] Mierswa, I. et al. 2006. YALE: Rapid prototyping for complex data mining tasks. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (2006), 935–940.

[9] Minsky, M. and Papert, S. 1969. *Perceptrons*. MIT press.

[10] Oliphant, T.E. 2007. Python for scientific computing. *Computing in Science & Engineering*. 9, 3 (2007).
[11] Pedregosa, F. et al. 2011. Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*. 12, Oct (2011), 2825–2830.
[12] Rumelhart, D.E. et al. 1986. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*. 323, 6088 (1986), 533–536. DOI:https://doi.org/10.1038/323533a0.
[13] Russell, S. and Norvig, P. 1995. *Artificial Intelligence: A modern approach*.
[14] SciPy: Open source scientific tools for Python: 2001. *http://www.scipy.org/*. Accessed: 2017-07-03.
[15] Scopus: *https://www.scopus.com*. Accessed: 2017-06-07.
[16] Scopus content: 2017. *https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content#content-policy-and-selection*. Accessed: 2017-06-07.
[17] The Waikato Environment for Knowledge Analysis: 2016. *http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/index.html*. Accessed: 2017-07-03.
[18] Turing, A.M. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind*. 59, 236 (1950), 433–460.
[19] Wu, X. et al. 2008. Top 10 algorithms in data mining. *Knowledge and information systems*. 14, 1 (2008), 1–37.

APLICACIONES DE INFORMÁTICA

SABER GO: APP DE ENTRENAMIENTO PARA LAS PRUEBAS SABER 11, UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA

MICHAEL A. PEÑALOZA
Universidad Antonio Nariño
mipenaloza@uan.edu.co

C. A. RODRÍGUEZ
Universidad Antonio Nariño
cesararodriguez@uan.edu.co

RESUMEN

En Colombia, el sistema de evaluación y promoción de la educación está a cargo del ICFES por medio de pruebas de estado aplicadas a los grados 3, 5, 7, 9 y 11. La prueba Saber 11, es una evaluación de las competencias básicas que se realiza a los estudiantes de grado 11. Los puntajes obtenidos en ésta prueba son utilizados como el requisito más importante para el ingreso a la universidad y por el estado para entregar algunos beneficios como créditos condonables.

En el 2016, el 37% de los estudiantes obtuvieron bajos resultados y no pudieron aplicar a los diferentes beneficios que da el gobierno y las universidades [22]. Lo anterior obedece a que los mecanismos actuales de preparación no generan impacto y motivación en el estudiante para que pueda aprovechar el material de preparación ofrecido por diferentes instancias.

Este trabajo pretende mostrar una app de entrenamiento para las pruebas Saber 11 dirigida a los estudiantes de grado 10 y 11 denominada Saber GO. Saber GO utiliza técnicas de realidad aumentada y gamificación como estrategia motivacional de estudio ayudando al estudiante a familiarizarse con la estructura, las áreas y competencias, y los tipos de preguntas propuestas en el examen Saber 11.

ABSTRACT

The evaluation and promotion of education in Colombia is in charge of ICFES. It's through state's tests applied to grades 3, 5, 7, 9 and 11. The Saber 11 test is an evaluation of the basic competences applied to grade 11 students. The scores obtained is the most important condition to entry at the university. In some cases, the government uses it to deliver some benefits as forgivable credits.

In many cases, the students waste the preparation material offered by different instances. It's due the training methods do not make an impact and motivation in the student. In 2016, 37% of the students got low results. For this reason, they could not apply to benefits given by the government and universities.

The paper aims is show a Saber 11 test training app developed to 10 and 11 grade named Saber GO. Saber GO uses augmented reality and gamification techniques as a motivational study strategy. Thus, the student can relate structure, areas and questions about saber 11 test using Saber GO.

PALABRAS CLAVE

Educación, Realidad Aumentada, Técnicas de gamificación, Servicio web, Saber 11, Examen, Entrenamiento, Extreme Programming (XP).

Keywords

Augmented Reality, Gamification techniques, Education, Web Service, Saber 11, Exam, Practice, Extreme Programming (XP).

1. INTRODUCCIÓN

La prueba Saber 11 busca comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que están por finalizar el último grado de la educación media. Esta prueba se encarga adicionalmente de monitorear los índices de calidad establecidos en el país y brindar así información a las entidades de educación superior sobre sus aspirantes para un proceso de selección académico.

Los resultados de los exámenes en Colombia muestran que el promedio general de los estudiantes en los años 2014 y 2015 alcanzó la media teórica de 50 puntos en áreas del núcleo común como matemáticas y lenguaje [19,20]. Estos valores demuestran que los estudiantes de la educación media están obteniendo resultados apenas aceptables.

Diferentes mecanismos han sido puestos a disposición de los estudiantes para su preparación y entrenamiento. Entre los más destacados se encuentran los cursos Pre-icfes, simulacros, material impreso aplicaciones móviles. Sin embargo, estas estrategias no han arrojado los resultados esperados ya que solo buscan pre evaluar al estudiante.

Debido a la problemática mencionada, en este trabajo se propone desarrollar una App de diagnóstico y entrena-miento. El objetivo principal es realizar simulacros y pruebas enfocadas a identificar las debilidades en las competencias de cada estudiante utilizando la realidad aumentada y algunas técnicas de gamificación como tácticas para incentivar el autoaprendizaje. De otra parte ayudar al estudiante a con la estructura del examen (áreas, competencias y tipos de preguntas).

4. OBJETIVOS

El objetivo general es desarrollar una App de entrenamiento para las pruebas Saber 11 en Colombia utilizando realidad aumentada y técnicas de gamificación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Realidad Aumentada

La realidad aumentada o RA, consiste en modificar el entorno real agregando objetos virtuales para modificar la apreciación del usuario [6]. La tecnología juega un papel en la realidad aumentada porque sirve como lente entre el usuario y la realidad virtual mostrada [7].

La realidad aumentada consta de 3 características [8].

- Combinar o relacionar los elementos reales con virtuales.
- Es interactiva para el usuario en tiempo real.
- Los objetos virtuales usualmente son 3D.

De acuerdo a lo anterior, la información sobre el entorno real del usuario se convierte en interactiva y digitalmente manejable en tiempo real [9,10]. Actualmente la RA es usada en diferentes investigaciones y aplicaciones a nivel cultural, social, pedagógico y científico [11,13].

Actualmente, se ha mostrado una gran acogida de la realidad aumentada en dispositivos móviles [18]. Esto se debe a su tamaño y portabilidad ya que atraen a un mayor número de personas que sienten interés por el uso de ésta tecnología.

3.1.1. Tipos de Realidad Aumentada.

Existen dos tipos de realidad aumentada [14]:

- Reconocimiento por marcadores: Un marcador es una imagen que la tecnología puede reconocer por su color o geometría. En este tipo de reconocimiento la imagen es procesada capturando así solo la información relevante del procesamiento [18].
- Reconocimiento sin marcadores: este tipo de reconocimiento se puede realizar por posicionamiento o por reconocimiento de imágenes.
    - Reconocimiento por posicionamiento. Corresponde al uso de Sistemas de posicionamiento Global (entiéndase ahora como GPS), que toma la información suministrada como posicionamiento, navegación y cronometría.
    - Reconocimiento sin marcadores por procesamiento de imágenes. Consiste en extraer de una imagen la información necesaria para poder superponer virtualmente elementos [15].

Los dos tipos de realidad aumentada son utilizados en la App Saber GO.

3.1.2 Arquitectura del uso de RA

La arquitectura del manejo de la realidad aumentada en dispositivos móviles consta de los siguientes componentes [16].

- Procesador móvil: es el encargado de procesar toda la información de entrada y ejecuta los procesos de la aplicación
- Cámara: Componente del dispositivo móvil que se encarga de capturar imágenes o videos en tiempo real.

- Hardware gráfico: corresponde a la unidad de procesamiento grafico -GPU- y se encarga de generar imágenes virtuales.
- Pantalla: componente del dispositivo móvil que muestra la vista de realidad aumentada superponiendo imágenes virtuales.
- Acceso a redes: permite la conexión entre dispositivos remotos y el acceso a la información.
- Sensores: componentes del dispositivo móvil necesarios cómo GPS, magnetómetro, acelerómetro.

Para las funcionalidades de reconocimiento de imágenes, visualización y superposición de objetos 3D y establecer las ubicaciones para el reconocimiento sin marcadores se optó por utilizar el SDK Vuforia principalmente por toda su documentación y utilización en diferentes proyectos con un enfoque similar [8, 9, 11].

3.2. Técnicas de gamificación

La gamificación o ludificación es el conjunto de mecánicas y dinámicas extrapoladas de los juegos, es decir, un conjunto de técnicas que son implementadas en un servicio, sitio, comunidad o contenido con el fin de fomentar la participación de usuarios.

La gamificación es un concepto intrínseco a los videojuegos y la ludología, pero el enfoque no es desarrollar un juego, sino aprovechar todas sus herramientas para cambiar la interacción entre el usuario y un sistema. Últimamente se han desarrollado varios trabajos que justifican el uso de la gamificación y sus técnicas en campos como la mercadotecnia, política, salud, bienestar y educación [17].

Dentro de la gamificación intervienen tres elementos fundamentales: las dinámicas, las mecánicas y los componentes del juego [11]. En la Tabla 1 se presentan las dinámicas y mecánicas que corresponden a las técnicas de gamificación que son utilizadas en la App Saber GO.

Tabla 1: Técnicas de Gamificación de Saber GO

Técnicas Mecánicas	Técnicas Dinámicas
Acumulación de puntos	Recompensas
Escalado de Niveles	Estatus
Premios	Logros
Regalos	Recompensas
Misiones o retos	Altruismo

Fuente: Autor

La finalidad de las técnicas de gamificación seleccionadas es cambiar la manera en la que el estudiante puede practicar, motivándolo a estudiar y autoevaluarse. Esto ayudará al desarrollo de habilidades como la resistencia para leer grandes volúmenes de texto y el mejoramiento de la velocidad de respuesta. Además de aprender a reconocer y entender los diferentes tipos de pregunta.

Este paradigma de entrenamiento propuesto ayudará a que el estudiante aprenda de manera autónoma, transformando el ejercicio de evaluación en una actividad lúdica e impersonal con el fin de estar más

motivado, entendiéndose que la motivación es el impulso del estudiante de elegir y utilizar una nueva alternativa para la preparación de la presentación de su examen.

3.2.1 Técnicas de gamificación en la App

En la App Saber GO, el estudiante tiene un perfil que cuenta con un nivel, un rango, un contenedor de experiencia y un acumulador de puntajes basado en respuestas correctas.

Una técnica mecánica es la forma de recompensar al usuario en función de los objetivos alcanzados, mientras que una técnica dinámica hace referencia a la motivación del propio usuario para jugar y seguir adelante en la consecución de sus objetivos

Existe una relación entre las mecánicas y dinámicas de las técnicas de gamificación, esto se da porque el uso de una técnica mecánica intrínsecamente genera una técnica dinámica, por ejemplo, si un usuario acumula puntos por medio de una tarea repetitiva, al final puede que obtenga una recompensa. En otras palabras, una mecánica de la aplicación genera una dinámica al usuario. A continuación se describen las técnica y su aplicabilidad a Saber GO:

- Acumulación de puntos: Consiste en asignar un valor acumulable a una tarea o acción. El estudiante responde las preguntas que se le muestran en los diferentes módulos y se le recompensa con puntos si es correcta su respuesta.
  - Escalado de niveles: se define una serie de niveles que el usuario debe superar para llegar al siguiente. El estudiante acumulará una serie de puntos en un contenedor y si supera el contenedor, avanzará de nivel. A medida que el usuario va subiendo de nivel ira subiendo de rango, lo que le dará un estatus dentro de la comunidad de la App; posteriormente necesitará más puntos de experiencia para subir.
  - Premios: consiste en brindar un premio cada vez que se cumplan unos objetivos. En Saber GO, el estudiante obtiene una serie de logros coleccionables. Por ejemplo, se obtiene un logro si el estudiante sube al nivel 20.
  - Regalos: son bienes que se le dan al jugador de forma gratuita en algún evento o al conseguir un objetivo.
  - Misiones o retos: consiste en que el jugador resuelva o supere algún reto u objetivo planteado. En la App, el estudiante encuentra una serie de retos en el módulo de preguntas diarias.

La acumulación de puntos y el desbloqueo de logros son esenciales para el enfoque del proyecto, porque lo que se busca es cambiar el paradigma de preparación que tiene el estudiante.

3. METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

4.1. Metodología XP

La metodología de desarrollo de software que se utilizó para el proyecto Saber GO es Extreme Programming o XP. Extreme Programming, es una metodología de desarrollo ágil que busca principalmente dar más énfasis a la adaptabilidad que en la previsibilidad [1]. Las ventajas del uso de la metodología XP son: [2]

- Metodología ágil basada en prueba y error.
- Fundamentada en valores y prácticas de otras metodologías.
- Cambios a los requerimientos si son necesarios.

- Mantener siempre sencillo el código.
- Creación de un lenguaje claro a la hora de pedir indicaciones para la solución de problemas asociados con el desarrollo.

La figura 1 muestra el ciclo que manejan las fases del proyecto y sus iteraciones. Las fases 1, 2 y 3 corresponden a cada iteración de los procesos de planificación, diseño e implementación y pruebas. Las fases 0 y 4 obedecen al levantamiento de la información y cierre del proyecto. Para el desarrollo del proyecto fue necesario realizar ajustes a la metodología como la creación de la fase de lanzamiento, con el fin de establecer un plan de configuraciones que contiene plantillas, nemotecnias, guías y procedimientos que se utilizaron en las demás fases. Además se da la eliminación y modificación de algunos procedimientos y entregables como el modelo del dominio, y la programación dirigida a las pruebas, que no eran esenciales en el planteamiento del modelo de la app Saber GO.

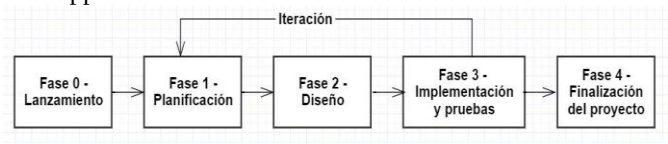


Figura 1: Fases del proyecto y sus iteraciones con XP

Para el desarrollo de las etapas de implementación, diseño, análisis y despliegue del proyecto se utilizaron las siguientes herramientas: los ambientes de desarrollo Android Studio y Unity 3D con los correspondientes lenguajes de programación Java y C#.

El modelo de ciclo de vida de software que se utilizó fue un desarrollo iterativo, tal como se visualiza en la figura 2. Esto nos permitió que en cada iteración se entregara una versión del producto funcional [3].

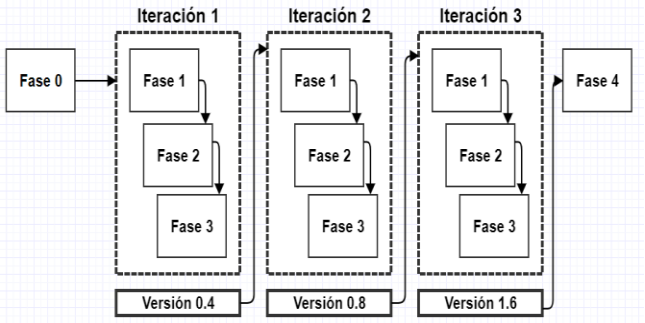


Figura 2: Modelo Ciclo de vida iterativo del proyecto Saber GO.

En el examen Saber 11 se utilizaron dos tipos de preguntas: a) pregunta de selección múltiple con única respuesta y b) preguntas abierta con respuesta corta.

Las preguntas de selección múltiple con única respuesta, cuentan con un enunciado que presenta una situación, contexto, texto, imagen, y cuatro opciones de respuestas denotadas como A, B, C y D, de las cuales solo una es la respuesta correcta o valida con respecto al enunciado [4]. Las preguntas utilizadas en los diferentes módulos provienen de un banco de preguntas creado en la fase 0 y corresponden a simulacros de Pre-ICFES, Internet y bancos de preguntas de años anteriores.

En la primera iteración se implementaron las funcionalidades de autenticación, y registro del estudiante, así como la navegabilidad por la aplicación. En la segunda iteración se desarrollaron los módulos de simulacro, visualización de preguntas y de pruebas diarias. Por último, en la iteración 3 se desarrollaron los

módulos de realidad aumentada (llamado módulo de meteoritos) y de diagnóstico, así como la visualización de resultados de los exámenes.

4.1.1. Iteración 1

En esta iteración se realizó la parte de autenticación y registro de los estudiantes o usuarios. Para esto, fue utilizada la plataforma de autenticación Firebase. Firebase guarda y sincroniza datos en la nube en tiempo real, permitiendo realizar autenticaciones a aplicaciones utilizando las credenciales de Facebook, Gmail, Hotmail, etc. [5]. Ofrece además herramientas para el análisis de la información de los usuarios, hosting y base de datos no relacional, además de la monetización de cualquier aplicación.

Para el proceso de autenticación en Saber GO, el estudiante inicia sesión con su cuenta de Facebook o Gmail. Una vez generado el token y validado por Firebase se completa el proceso de iniciar sesión.

La figura 3 muestra cómo funciona Firebase intentando hacer una autenticación vía Facebook o Gmail.

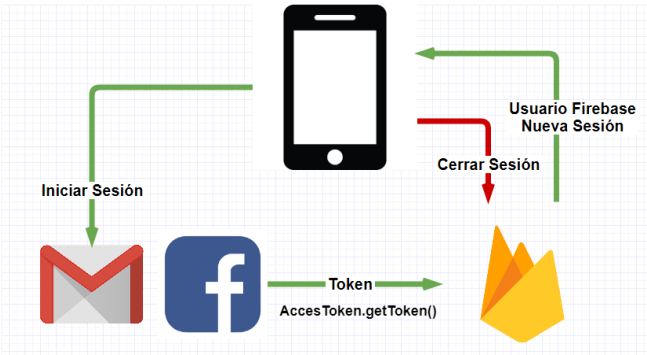


Figura 3: Funcionamiento Firebase con Facebook o Gmail

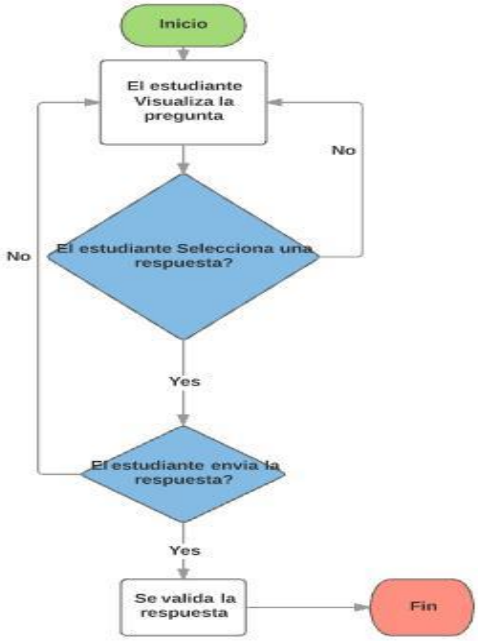
4.1.2. Iteración 2.

En esta iteración se implementó la visualización de las preguntas con sus opciones de respuesta. Es decir, sin importar si se está realizando un examen diagnóstico, respondiendo una pregunta diaria o utilizando el módulo de lúdica, el estudiante podrá visualizar el enunciado de la pregunta, sus opciones de respuesta y la oportunidad de poder seleccionar alguna respuesta.

Para esto, se define una misma interfaz para la carga, visualización, validación de la selección de la pregunta y de la respuesta. Esta interfaz es utilizada en los diferentes módulos. En la figura 4 se muestra la interfaz de visualización de la pregunta.

Figura 4: Interfaz gráfica de la visualización de la pregunta Saber GO

Una vez se envía la respuesta, la aplicación realiza la validación de la misma. Esta se hace utilizando un identificador de la respuesta que está alojada en la base de datos que proporciona Firebase. En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo utilizado para la validación de una respuesta. En caso de ser acertada o errónea la respuesta, el estudiante será notificado. El método para la carga de la pregunta varía por el módulo que esté



utilizando el estudiante.

Figura 5: Diagrama de flujo de Validar respuesta

4.1.3. Iteración 3

En esta iteración se desarrollaron los requerimientos para crear el módulo de realidad aumentada, examen diagnóstico y visualización de resultados.
El fin del examen diagnóstico es verificar los conocimientos del estudiante con respecto a las áreas evaluadas por el examen Saber 11. Esta etapa tiene como fin el capturar todas las debilidades y fortalezas de los estudiantes por a través de indicadores de resultados para retroalimentar el módulo de preguntas diarias.
Para esto, el examen diagnóstico cuenta con 50 preguntas que corresponde a un 11 % del examen real. La tabla 2 muestra la distribución de las preguntas del examen diagnóstico.

Tabla 2. Preguntas del examen diagnostico

Lectura Crítica	8
Ciencias Sociales	10
Ciencias Naturales	12
Inglés	10
Matemáticas	10
Total Preguntas	50

Fuente: Autor

En el módulo de realidad aumentada, se tuvieron diferentes consideraciones con respecto a la arquitectura definida en la figura 2. Primero se identificaron los posibles escenarios en donde el estudiante puede utilizar este módulo. Los escenarios definidos son:

- Ubicación con marcador: el estudiante puede encontrar preguntas a través de los sensores de la cámara en lugares establecidos como colegios, museos, alcaldías o lugares históricos por medio de marcadores definidos.
- Sitios de Interés: el estudiante puede encontrar preguntas de manera aleatoria en cualquier lugar por medio de ubicaciones geográficas establecidas o puntos de interés.

Con el uso de marcador de código QR definido (véase figura 6) y los marcadores de ubicación de los sitios de interés, el estudiante puede capturar preguntas por medio de la cámara del teléfono inteligente.

Figura 6: Marcador QR utilizado por Saber GO

Al capturar el marcador, el estudiante tiene que destruir un meteorito tal como se visualiza en la figura 7. Una vez destruido el meteorito, se le desplegará una pregunta con la cual el estudiante gana más puntos de experiencia con respecto a otros módulos si la responde correctamente.

Figura 7: Ejemplo del módulo de meteoritos de Saber GO

4. RESULTADOS

Finalizada la implementación de la App Saber GO, se procede a verificar la usabilidad de la aplicación con respecto al plan de pruebas definido por la metodología. Se desarrollaron los siguientes módulos funcionales.

Módulo de Registro y autenticación

Tal como se definió en la iteración 1, se despliega el módulo de registro y autenticación de los estudiantes a la App Saber GO con ayuda de la plataforma Firebase. En la Figura 8, se visualiza como queda la interfaz de usuario de autenticación donde el estudiante puede ingresar con su correo electrónico, su cuenta de Facebook o Gmail.

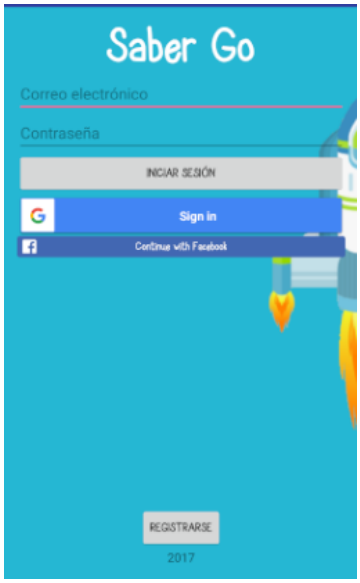


Figura 8: Interfaz gráfica de autenticación

Módulo de examen diagnóstico

Este módulo resulta de la necesidad de poder saber cómo se encuentra el estudiante con respecto a las diferentes competencias que evalúa el ICFES. En un examen de 50 preguntas distribuidas como se ve en la tabla 2, se busca pre evaluar al estudiante y alimentar el módulo de preguntas diarias con las debilidades encontradas. En la figura 9, se visualiza 1 de las 50 preguntas que corresponde a este tipo de examen, la pregunta es generada aleatoriamente.

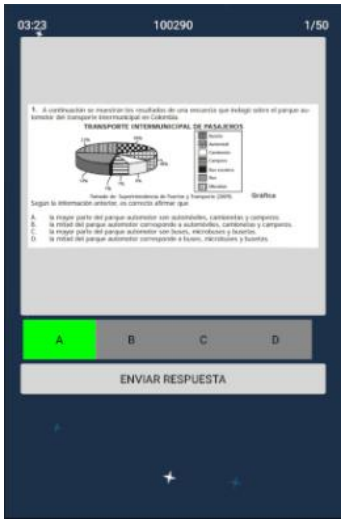


Figura 9: Interfaz gráfica de examen diagnóstico

En el momento en el que el estudiante realice el examen diagnóstico, se toman sus resultados y se visualizan en una pantalla. Los resultados se describen mediante número de respuestas correctas, número de respuestas incorrectas, cantidad de preguntas correctas de matemáticas, lectura crítica, ciencias sociales, ciencias naturales e inglés, entre otros indicadores que corresponde a los resultados de haber realizado un examen diagnóstico. En la figura 10 se visualizan los resultados de un examen diagnóstico.

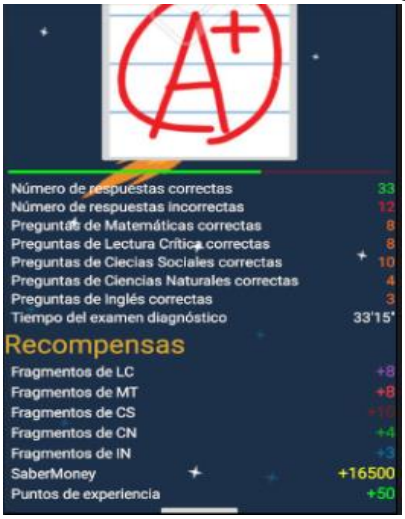


Figura 10: Interfaz gráfica de resultados de un examen diagnóstico

Módulo de preguntas diarias

Este corresponde al módulo de entrenamiento, donde el estudiante diariamente puede encontrar preguntas de las diferentes competencias que se evalúan. Para esto, el módulo de preguntas diarias es alimentado de la información que generó el examen diagnóstico. Además el estudiante puede conseguir preguntas de una manera aleatoria. En la Figura 11 se presenta la interfaz gráfica del módulo de preguntas diarias con preguntas generadas aleatoriamente.

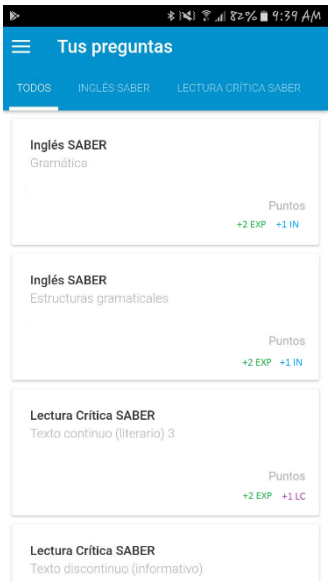


Figura 11: Interfaz gráfica módulo de preguntas diarias

Módulo de Lúdica o meteoritos

Este corresponde al módulo donde se implementa la realidad aumentada. El estudiante al ingresar a este módulo se encuentra con un transbordador. En la pantalla mencionada se encuentran las opciones explorar o volver como se muestra en la figura 12. Al momento de explorar el estudiante con la cámara del dispositivo móvil puede encontrar una serie de objetivos que puede destruir, entre ellos naves espaciales o meteoritos. Si el estudiante destruye un meteorito se le desplegará una pregunta, que al ser respondida correctamente, le otorgará varios puntos de experiencia para poder subir de nivel.

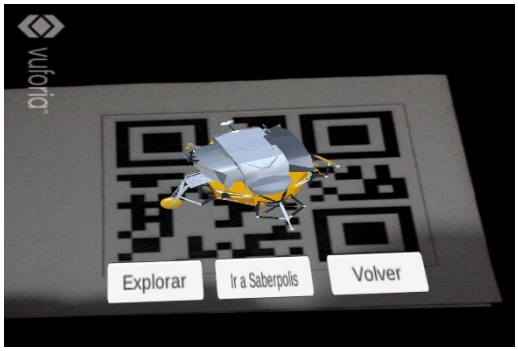


Figura 12: Interfaz gráfica módulo de lúdica o meteoritos

Perfil del estudiante y otros

Dentro de la implementación de Saber GO, se especifica una actividad llamada Perfil, que contiene toda la información relevante del estudiante al usar la App. Esta corresponde a los logros desbloqueados, el nivel y rango del jugador, número de exámenes realizados, promedio de preguntas contestadas correctamente y meteoritos encontrados. La figura 13 la muestra la interfaz donde se evidencia la utilización de técnicas de gamificación. Esta figura muestra el progreso que el estudiante ha tenido usando la App.

Otras interfaces fueron definidas. Dentro de estas se pueden encontrar:

- Acerca de: corresponde a la interfaz que suministra información de la aplicación y del autor.
- Logros: esta interfaz muestra en forma de grilla todos los logros desbloqueados y por desbloquear por el estudiante.
- Tutorial: esta interfaz muestra el funcionamiento de los módulos para que el estudiante sepa cómo usar la App.
- Compartir: esta interfaz brinda la opción de poder hacer una publicación en una red Social sobre la App.

Estas actividades o interfaces y los módulos definidos y construidos corresponden a la versión 1.06 de la App Saber GO, dirigida a los interesados en prepararse para la presentación del examen Saber 11.

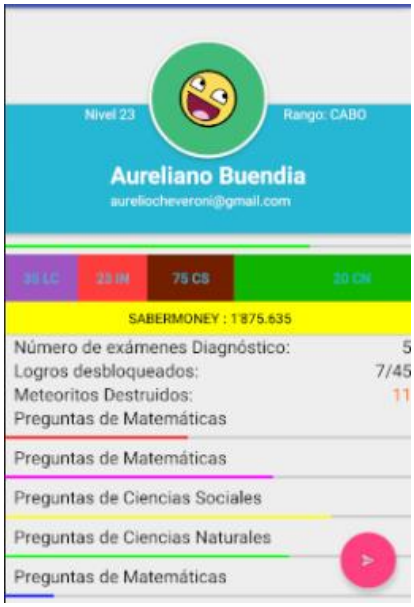


Figura 13: Perfil del estudiante en Saber GO

5. CONCLUSIONES

- El uso de esta metodología brindó la oportunidad de adaptarse a las necesidades encontradas en las diferentes iteraciones. Además de aprovechar las diferentes ventajas que ofrece la reutilización de código y la apropiación de valores que apuntan a dejar un producto que se ajusta al alcance, tiempo y presupuesto.
- Los resultados que se encontraron al definir el modelo de ciclo de vida bajo iteraciones, nos permitió tener siempre un producto al final de la iteración que era probado y estaba sujeto a adaptaciones hasta la versión presentada, lo que enriquecía el ejercicio de levantamiento de información sobre lo que se estaba buscando para el usuario final.
- El uso de las técnicas de gamificación fue un apoyo importante para los estudiantes que manifestaron encontrar una motivación intrínseca al ejercicio de estudiar para la presentación del examen.
- El uso de la realidad aumentada fue un valor agregado que diferencia a Saber GO de las demás aplicaciones. La utilización de la aplicación puede llegar a cambiar el paradigma de preparación del estudiante promoviendo la curiosidad, la competencia y el aprendizaje autónomo.

TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro se busca que la aplicación sea parte de una plataforma de entrenamiento y diagnóstico, que brinde opciones de realizar simulacros con otro tipo de técnicas de gamificación como por ejemplo la competencia entre estudiantes, colegios y amigos de los estudiantes. Además de liberar la primera versión beta para que los estudiantes del país utilicen la aplicación y se empiecen a solucionar posibles BUG de acuerdo a la retroalimentación obtenida.

REFERENCIAS

[1] GARCIA MOLINA, Jesús. Capítulo 1. Una explicación de la programación extrema: aceptar el cambio. Pearson Educación, 2002, p6
[2] Joskowicz Jose. Reglas y prácticas de eXtreme Programming (2008) Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo, España. p5
[3] Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., Warsta, J. "Agile software development methods Review and analysis". VTT Publications. 2002.
[4] INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUACION SUPERIOR. Estructura del examen SABER 11°.Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado SABER 11°.Colombia.ISBN de la versión electrónica: 978-958-11-0653-0
[5] Isuru Madusanka, Busy programmer's guide to Firebase with Android, 2016
[6] Lv, C., Yang, X., Yu, J. Interaction design in Augmented Reality on the smartphone (2017) Proceedings - 2016 9th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics, CISP-BMEI 2016, art. no. 7852920, pp. 1317-1321.
[7] R. Azuma, 'A Survey of Augmented Reality', In Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, pp. 355-385, 1997.
[8] Thompson, B., Leavy, L., Lambeth, A., Byrd, D., Alcaidinho, J., Radu, I., Gandy, M.Participatory Design of STEM Education AR Experiences for Heterogeneous Student Groups: Exploring Dimensions of Tangibility, Simulation, and Interac-tion (2017) Adjunct Proceedings of the 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2016, art. no. 7836459, pp. 53-58.
[9] Chiu, C.-C., Lee, L.-C. System satisfaction survey for the App to integrate search and augmented reality with geographical information technology (2017) Microsystem Technologies, pp. 1-23. Article in Press.
[10] Bendicho, P.F., Mora, C.E., Añorbe-Díaz, B., Rivero-Rodríguez, P. Effect on academic procrastination after introducing augmented reality (2017) Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13 (2), pp. 319-330.
[11] Eleftheria, C.A., Charikleia, P., Iason, C.G., Athanasios, T., Dimitrios, T. An inno-vative augmented reality educational platform using Gamification to enhance lifelong learning and cultural education (2013) IISA 2013 - 4th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, art. no. 6623724, pp. 258-263
[12] Seidinger, I., Grubert, J. 3D Character Customization for Non-Professional Users in Handheld Augmented Reality (2017) Adjunct Proceedings of the 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2016, art. no. 7836480, pp. 129
[13] Lv, C., Yang, X., Yu, J. Interaction design in Augmented Reality on the smartp-hone (2017) Proceedings - 2016 9th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics, CISP-BMEI 2016, art. no. 7852920, pp.

[14] Forsman, M., Arvo, J., Lehtonen, T. Extended panorama tracking algorithm for augmenting virtual 3D objects in outdoor environments (2017) Proceedings of the 2016 International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2016, art. no. 7863190.
[15] Shin, J., Kim, J., Woo, W.Narrative design for Rediscovering Daereungwon: A location-based augmented reality game (2017) IEEE International Conference on Consumer Electronics, ICCE 2017, art. No. 7889364,
[16] E. Martínez Cruz, 'La realidad aumentada aplicada en los dispositivos móviles: una alternativa educativa', Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, no. 12, 2014
[17] Contreras R. & Eguia J. & Solano LL. (2011).Videojuegos como un entorno de aprendizaje, Madrid: Revista ICONO. DOI= http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/35
[18] J. Cruz León, J. Rodríguez Flores and J. Martínez Mireles, 'Análisis de la Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles', 2013.
[19] AYALA GARCIA, JHORLAND. Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia. [En línea] Colombia: Cartagena 2015, Núm. 217[Citado 15-Septeimbre2016] Disponible en Internet http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_217.pdf
[20] INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUACION SUPERIOR. Balance de la aplicación de las pruebas Saber 11° calendario A. [En Línea] Colombia: 2016 Reporte [Citado 10-Septiembre-2016] Disponible en Internet.
[21] EL TIEMPO. Resultados pruebas Saber 11 2016. [En Línea] Colombia: 2016 Articulo Periódico [Citado 1-Noviembre-2016] Disponible en Internet. (s.f.). http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/resultados-pruebas-saber-11-2016/16733521
[22] INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUACION SUPERIOR. Balance de la aplicación de las pruebas Saber 11° calendario A. [En Línea] Colombia: 2016 Reporte[Citado 10-Septiembre-2016] Disponible en Internet http://www2.icfes.gov.co/item/2005-balance-de-la-aplicacion-de-las-pruebas-saber-11-calendario

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

METODOLOGÍA Y HERRAMIENTA SOFTWARE BASADA EN PYTHON PARA FAMILIARIZAR A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CON EL CONCEPTO DE CAMPO ELÉCTRICO

K L CRISTIANO
Universidad Industrial de Santander
karenlorencr@gmail.com

D A TRIANA
Universidad Autonoma de Bucaramanga
dtriana331@unab.edu.co

RESUMEN

Este trabajo presenta una herramienta software desarrollada en *Python* 2.7, basada en una metodología de estudio del concepto de campo eléctrico producido por *n* cargas puntuales estáticas. La her- ramienta fue desarrollada e implementada en cursos de electromag- netismo y laboratorio de electromagnetismo en tres instituciones de educación superior. La razón de este trabajo es incorporar tec- nologías de información y comunicación TICs a nivel universitario en concordancia con los programas que promueve el ministerio de educación colombiano y conectar a los estudiantes con experi- encias sensitivas del fenómeno físico que les permitan mejorar su experiencia de aprendizaje de temas tradicionalmente estudiados a través de la cátedra de tablero.

PALABRAS CLAVES

Python 2.7, campo eléctrico, vector posición relativa.

ACM REFERENCE FORMAT:

K L Cristiano and D A Triana. 2017. Metodología y herramienta software basada en *Python* para familiarizar a estudiantes de ingeniería con el con- cepto de campo eléctrico. In *Proceedings of ACM Woodstock conference, Bogotá COL, Sep 2017 (CICOM)*, 3 pages.
https://doi.org/10.475/123_4

* Produces the permission block, and copyright information

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).
CICOM, Sep 2017, Bogotá COL
© 2017 Copyright held by the owner/author(s). ACM ISBN 123-4567-24-567/08/06. . . $15.00
https://doi.org/10.475/123_4

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia la tasa de deserción de estudiantes universitarios es liderada por el área de ingenierías, situando las mayores poblaciones de deserción en los tres primeros semestres [3], en el área de ingenierías los tres primeros semestres están fuertemente funda- mentados en matemática y física. Un caso particular es la asignatura electromagnetismo, en la cual los estudiantes suelen presentar deficiencias de aprendizaje.

Comúnmente el concepto de campo eléctrico, fundamental para el desarrollo de la asignatura, se aborda desde la visión de Fara- day, así mismo lo hacen los autores de los textos más populares como: Serway, Sears, Giancoli, Burbano, entre otros. Luego el campo eléctrico es estudiando como una perturbación representada por líneas o tubos que se propagan por el espacio interactuando con la carga eléctrica [1] y finalmente en un punto del espacio son bastante bien descritas con un vector. Es en este punto donde inician los dolores de cabeza para los estudiantes, ya que deben combinar los conocimientos de álgebra vectorial con la noción de campo eléctrico que posiblemente no está ligada directamente a alguna idea previa o experiencia sensorial que haya tenido el estudiante[4].

Por otra parte el ministerio de educación colombiano promueve el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación Tics como herramienta pedagógica y didáctica para conectar a los estudiantes con aquellas experiencias sensitivas cruciales para el aprendizaje, tales que, la cátedra, el tablero y el texto no podrían transmitir[2]. Es así como nuevas estrategias de enseñanza aprendizaje incorporan el uso de Tics en el estudio de la física [5]. Otra iniciativa, por parte del Nobel Carl Wieman desde la Universidad de Colorado, desarrolla simulaciones interactivas de manera que los estudiantes pueden aprender explorando, las simulaciones están enfocadas en conceptos puntuales de ciencias y matemáticas lo suficientemente intuitivas para que el estudiante avance en su aprendizaje de forma independiente [6].

Con el objetivo de conectar al estudiante con experiencias de- mostrativas que le permitan evidenciar el concepto de campo eléctrico producido por n cargas puntuales, surgió la idea como actividad de clase en las Unidades Tecnológicas de Santander UTS, desarrollar una metodología y una herramienta software que permitiera realizar seguimiento al desarrollo de cualquier problema que involucrara el cálculo del campo eléctrico en un punto del espacio, producido por n cargas puntuales. En simultáneo se planteó el mismo desarrollo en instituciones como la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB y la Universidad Industrial de Santander UIS. Finalmente se tuvieron tres poblaciones usuarias del método propuesto.

2. METODOLOGÍA

Las clases de tablero permitieron generar discusión con los estudi- antes de las tres instituciones de educación superior mencionadas en la sección previa, acerca de cuál debería ser la forma adecuada de realizar seguimiento al proceso de determinación del campo eléc- trico en un punto del espacio, producido por un conjunto de cargas puntuales. A continuación se definió un algoritmo o estrategia que permite dar solución, sin importar la configuración de cargas distribuidas en el espacio:

1. Definir el origen del sistema de referencia. Resulta más intuitivo para los estudiantes trabajar en coordenadas rectangulares.
2. Trazar los vectores posición que permiten ubicar las cargas y el punto donde finalmente se desea calcular el campo eléctrico. Lo anterior tiene como referencia lo propuesto en el ítem 1.
3. Trazar vectores posición relativa que corresponde a las *n* diferencias[1] entre el vector al punto y el vector a la carga.

.

$$\vec{r}_i = \vec{r}_p - \vec{r}_{qi} \tag{1}$$

4. Determinar las *n* magnitudes de los vectores posición relativa.

$$r_i = \sqrt{\vec{r}_i \cdot \vec{r}_i} \tag{2}$$

5. Determinar los vectores unitarios de los n vectores posición relativa.

$$\hat{r}_i = \frac{\vec{r}_i}{r_i} \tag{3}$$

6. Basado en la ley de Coulomb construir n campos eléctricos que en la práctica nunca podrán ser distinguidos uno de otro en el punto p, ya que en este punto solo se verá la superposición de los n campos.

$$\vec{E}_i = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_i^2}\hat{r}_i \tag{4}$$

7. Determinar mediante el principio de superposición, el vector campo eléctrico en el punto *p* y su magnitud.

$$\vec{E} = \sum \vec{E}_i \tag{5}$$

Se seleccionó Python 2.7 para escribir un método que permite al docente y al estudiante realizar seguimiento de las posiciones vectoriales, direcciones y campos eléctricos. Al ser Python un lenguaje libre de alto nivel, orientado a objetos, enfocado en la legibilidad de código y de fácil aprendizaje, fue el lenguaje ideal para la construcción de la herramienta interactiva. El método sigue la estructura del algoritmo implementado con un bucle WHILE que responde al número de cargas eléctricas. Por otra parte las cargas, los vectores posición respecto al origen y los vectores posición relativa se representan en un gráfico construido a partir del módulo " mat- plotlib.pyplot".

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La herramienta ha sido incorporada en las clases de electromag- netismo y laboratorio de electromagnetismo en las universidades UNAB, UTS y UIS. También fue presentada por los estudiantes que vivieron la experiencia de la metodología y utilizaron la herramienta en el aula en la primera feria didáctica, matemática y física de las UTS[2]. Durante la explicación a docentes de física, matemática y estudiantes se evidencio que la presentación de la

metodología y la experiencia de realizar el seguimiento de los vectores posición, magnitudes de cargas, cálculos de campos eléctricos, presentación del gráfico interactivo. Género en los estudiantes expositores y

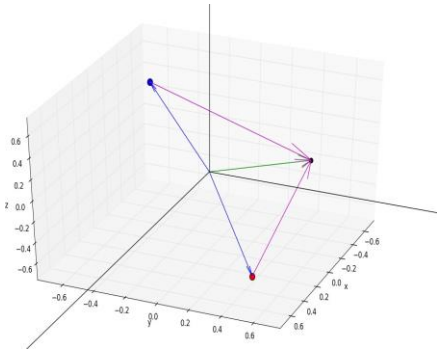


Figura 1: Dipolo eléctrico.

[1] Siendo *n* el número de cargas puntuales
[2] https://www.youtube.com/watch?v=1TauhM6NOXw

```
In [56]: runfile('C:/Users/Loren-Silvi/Documents/Electric_Field.py',
wdir='C:/Users/Loren-Silvi/Documents')

Ingrese el número de cargas n = 2

Ingrese el vector al punto p, coordenadas (x,y,z) y en [m] = [1,1,1]

Ingrese el valor de la carga número 1 en Coulomb = -1

Ingrese el vector posición (x,y,z) de la carga número 1 = [-0.5, -0.6,
0.4]

Ingrese el valor de la carga número 2 en Coulomb = 1

Ingrese el vector posición (x,y,z) de la carga número 2 = [0.3, 0.4, -0.7]

qi =  [-1.  1.]  [C]

rqi =  [[-0.5 -0.6  0.4]
 [ 0.3  0.4 -0.7]]  [m]

ri_vec =  [[ 1.5  1.6  0.6]
 [ 0.7  0.6  1.7]]  [m]

ri_mag =  [ 2.2737634   1.93390796]  [m]

ri_uni =  [[ 0.65969925  0.7036792   0.2638797 ]
 [ 0.36196138  0.31025261  0.87904907]]

Epi_vec =  [[ -1.14841261e+09  -1.22497345e+09  -4.59365045e+08]
 [  8.71030066e+08   7.46597199e+08   2.11535873e+09]]  [V/m]

Ep_vec =  -277382547.37 i -478376254.84 j 1655993686.44 k  [V/m]

Ep_mag =  1745880868.87  [V/m]

In [57]:
```

Figura 2: Términal de Ipython con impresión de resultados.

en el público, la experiencia sensitiva suficiente para relacionar la fisicomatemática implementada para resolver el problema con los elementos del modelo gráfico.

Un ejemplo de configuración de cargas frecuentemente estudiado en cursos de electromagnetismo y textos guía es el dipolo eléctrico (ver figura 1); debido a que representa un modelo básico de la forma en que la materia está constituida.

En la figura 1 se representan en tres dimensiones: las cargas puntuales, el punto *p* donde se determinara el campo eléctrico, los vectores posición de las cargas y punto respecto al origen y los vectores posición relativa que van de la carga al punto *p*. Las cargas eléctricas positivas son representadas en color rojo mientras que las negativas se representan en azul, el punto *p* es representado en color negro, los vectores posición en color azul mientras que los vectores

Metodología y herramienta software basada en Python para familiarizar a estudiantes de ingeniería con el concepto de campo eléctrico posición relativa en color magenta. Al mismo tiempo que se obtiene el modelo gráfico es posible revisar en la terminal las magnitudes de las cargas eléctricas, los vectores posición de las cargas, los vectores posición relativa además de su magnitud y vector unitario para finalizar con los vectores campo eléctrico producidos por cada carga y el vector campo eléctrico resultado de la superposición (ver figura 2).

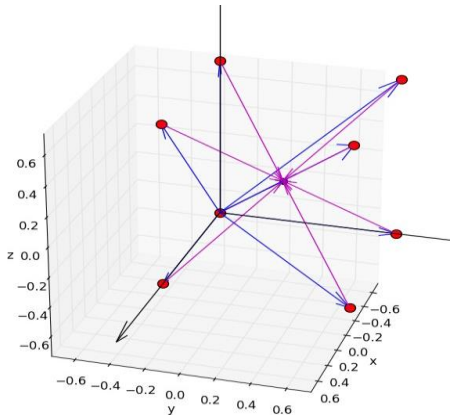


Figura 3: Configuración cúbica de cargas para determinación del campo eléctrico en su centro, realizada en simulador propio.

En ocasiones el docente desea presentar al estudiante un problema que pueda utilizarse como modelo descriptivo de un fenómeno físico. Luego la herramienta también permite resolver problemas de un número de cargas superior como por ejemplo una estructura cristalina cúbica, conformada por iones positivos (ver figura 3).

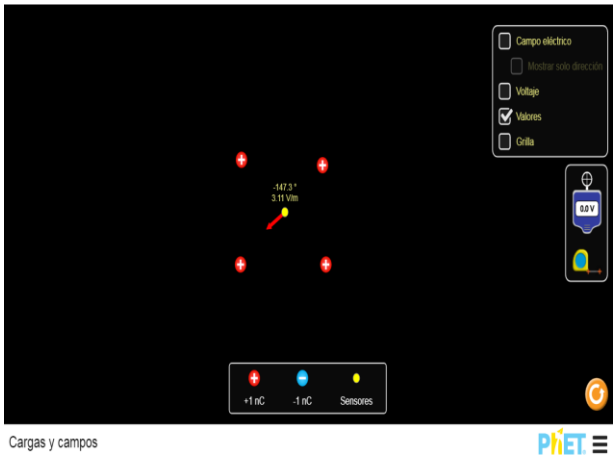


Figura 4: Configuración cuadrada de cargas para determinación del campo eléctrico en su centro, realizada en simulador Phet.

Una ventaja sobre el simulador del *Phet*, de la Universidad de Col- orado es la posibilidad de representar y resolver configuraciones de cargas tridimensionales mientras el simulador *Phet* resuelve configuraciones bidimensionales (ver figura 4).

4. CONCLUSIONES

Se desarrolló una metodología y un método en *Python* 2.7 para calcular el campo eléctrico producido por *n* cargas puntuales, con la cual, también es posible construir aproximaciones de campos eléctricos producidos por distribuciones de carga continua.

La metodología y la herramienta software fueron incorporadas en clases de electromagnetismo en tres instituciones de educación superior mejorando la experiencia de los estudiantes acostumbrados a métodos tradicionales de enseñanza en sus cursos previos de cálculo y mecánica.

AGRADECIMIENTOS

Ofrecemos especiales agradecimientos a las instituciones de edu- cación superior: UIS, UNAB y UTS y a los coordinadores de de- partamentos de ciencias por el apoyo y acompañamiento durante la incorporación de estrategias TICs desarrolladas como parte de los cursos de electromagnetismo. También agradecemos a nuestro grupo de investigación CIMBIOS y al profesor David Miranda por sus sesiones orientadas con base en el aprendizaje activo.

REFERENCES

[1] Santiago Burbano de Ercilla, Enrique BURBANO GARCÍA, and Carlos GRA- CIA MUÑOZ. 1993. *Física General* (2nd. ed.). Tébar, Madrid.

[2] Ministerio de Educación Nacional Colombia. 2004. Una llave maestra Las TIC en el aula. (2004). http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87408.html

[3] Ministerio de Educación Nacional Colombia. 2009. Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. (2009). http://www.mineducacion.gov.co/ sistemasdeinformacion/1735/articles-254702_libro_desercion.pdf

[4] Carles Furió-Mas and Jenaro Guisasola Aranzabal. 1998. Dificultades de apren- dizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachiller- ato y universidad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 16, 1 (1998), 131–146.

[5] David A Miranda, Melba J Sanchez, and Oscar M Forero. [n. d.]. Laboratory preparation questionnaires as a tool for the implementation of the Just in Time Teaching in the Physics I laboratories: Research training. ([n. d.]).

[6] Carl Wieman Universidad de Colorado. 2017. INTERACTIVE SIMULATIONS FOR SCIENCE AND MATH. (2017). https://phet.colorado.edu/

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

STREAMING DE AUDIO COMO HERRAMIENTA PARA APOYAR LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS TECNOLÓGICOS

VERGARA RUIZ ANDERSON, RODRÍGUEZ CALDERÓN ALBERT FREDY, LEGUIZAMÓN PÁEZ MIGUEL ÁNGEL
anderson_ruiz@hotmail.com, albert_fredy@hotmail.com, maleguizamonp@correo.udistrital.edu.co, mianlepa@gmail.com
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de la creación de una herramienta de streaming de audio como apoyo en la optimización de los recursos tecnológicos y humanos de una empresa. Para su desarrollo, se realizó un proceso basado en la metodología PDCA (Plan-Do-Check-Act) en el cual la retroalimentación en cada fase fue un eje fundamental para el avance constante del proyecto. La meta del mismo fue focalizar las señales de audio a distribuir, dentro de la red local de la entidad y establecer el navegador web como herramienta estándar para la reproducción de las mismas sin depender de otras tecnologías, garantizando el acceso desde cualquier estación de trabajo a cada una de las señales y garantizando la posibilidad de hacer una herramienta que pueda evolucionar a futuro. Además, establecer un frente de colaboración en la optimización de recursos no solo tecnológicos o económicos, sino también en la optimización de recursos humanos; tratando de brindar una alternativa real ante la problemática de la contaminación auditiva dentro de las instalaciones de la entidad.

PALABRAS CLAVE

Audio, contaminación auditiva, decibelio, medición, multimedia, recursos, reproductor web, red, salud, streaming.

ABSTRACT

This article presents the results of the creation of an audio streaming tool as a support in the optimization of the technological and human resources of a company. For its development, a process based on the PDCA (Plan-Do-Check-Act) methodology was carried out in which feedback in each phase was a fundamental axis for the constant advance of the project. The goal was to focus the audio signals to be distributed, within the local network of the entity and establish the web browser as a standard tool for the reproduction of the same without relying on other technologies, ensuring access from any workstation to each of the signals and guaranteeing the possibility of making a tool that can evolve in the future. In addition, establishing a collaboration front in the optimization of resources not only technological or economic, but also in the optimization of human resources; trying to provide a real alternative to the problem of noise pollution within the facilities of the entity.

KEYWORDS

Audio, noise pollution, decibel, measurement, multimedia, web player, resources, network, health, streaming.

1. INTRODUCCIÓN

La idea de enviar contenido multimedia sobre las redes ha estado circulando desde la década de 1970. Sin embargo, no fue hasta el año 2000 que empezó a crecer de manera exponencial el tráfico de audio y video en tiempo real. Desde ese entonces los diferentes medios de comunicación se han esforzado por llevar de manera casi inmediata sus contenidos a la mayor cantidad de personas a través de internet y demás redes disponibles.

El anterior, es el caso de la empresa en la cual se realizó la implementación, la cual cuenta desde hace varios años con su sistema de distribución de audio en vivo para las diferentes señales que operan bajo su marca. Dicho sistema, como es natural, ha crecido en audiencia y demanda al igual que todos los contenidos disponibles a través de la red.

En consecuencia, surgió un problema que afecta los recursos de ancho de banda disponibles para la empresa, debido a que sus empleados también hacen uso del contenido de los reproductores web con distintos fines (monitoreo, entretenimiento, verificación de contenidos, entre otros). Además, del problema anterior también se hizo notorio el incremento de la contaminación auditiva dentro de las instalaciones de la empresa por el incremento de dispositivos de monitoreo. Por lo anterior, surgió la idea de distribuir los contenidos a nivel interno a través de la red interna de modo tal que se pudieran optimizar los recursos disponibles.

Lo anterior focalizaría la fuente de distribución de audios nada más a un computador con acceso a la red contribuyendo no solamente a la disminución de la contaminación auditiva sino también a la disminución de los dispositivos emisores de audio, lo que podría representar un ahorro de recursos significativo. Por ello, se hizo necesario el desarrollo de una herramienta que operara a través de un navegador de internet y además permitiera realizar la función de streaming de los audios necesarios.

2. MÉTODO

La difusión de contenido multimedia ha evolucionado a pasos agigantados en los últimos años, sobre todo por el incremento tanto en uso como en capacidad y ancho de banda del Internet. Ante esto es importante conocer qué es multimedia, La transmisión de contenido multimedia a través de Internet se ha ido volviendo muy popular en los últimos años. Ésta es más conocida como streaming. Youtube es un sitio de streaming de vídeo por demanda, es decir, éste está disponible para ser visto en cualquier momento, ya que está colgado en un servidor, el cual mandará los datos cuando estos sean solicitados [1].

Se conoce como streaming a la transmisión continua e ininterrumpida de audio y/o vídeo a través de Internet, donde, ésta se transmite desde una máquina que funge como servidor, y hay una o varias máquinas que actúan como clientes.

El streaming nació en 1995 con el lanzamiento de real audio, una aplicación para transmisión de audio en tiempo real. Antes de que apareciera el streaming, si alguien quería escuchar una canción o ver un vídeo, era estrictamente necesario descargar un archivo completo para luego poder reproducirlo en la computadora, mientras que con la aparición del streaming todo esto quedó atrás, ahora es posible reproducir contenido

multimedia desde Internet, sin necesidad de que éste descargue por completo, es decir, se puede reproducir el stream conforme éste está siendo transmitido hacia la computadora [2].

La metodología empleada para el desarrollo del proyecto es PDCA (o PHVA) que viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, (en inglés "Plan, Do, Check, Act"). También es conocido como Ciclo de mejora continua o Círculo de Deming, por ser Edwards Deming su autor. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales) [3].

3. ETAPA PLAN

El objetivo de ésta etapa era recolectar la mayor cantidad de información con respecto a la distribución digital de señales de audio.

La finalidad del proyecto radicó en contribuir con la optimización de los recursos tecnológicos y humanos en la empresa identificando las fallas en los procesos instaurados actualmente y anteriormente. Luego de la recolección de información se plantearía una alternativa de solución referente a la distribución de las diferentes señales de audio a los empleados.

El proyecto solo se centró en el análisis del tema referente a la distribución de las señales de audio y a buscar una solución que fuera factible aplicable dentro de la red interna de la empresa.

4. ETAPA DO

Durante los recorridos por las estaciones de trabajo se observó que hay diferentes fuentes de audio como televisores, radios, parlantes y audífonos. Aunque el uso de cada uno depende de las necesidades y del espacio en el cual se encuentren los empleados.

Una de las razones para implementar un proyecto de streaming de audio, es disminuir el nivel de contaminación acústica que se produce en las instalaciones de la empresa. Por lo anterior se realizaron algunas mediciones de sonido para tener un antecedente de las condiciones previas a la implementación.

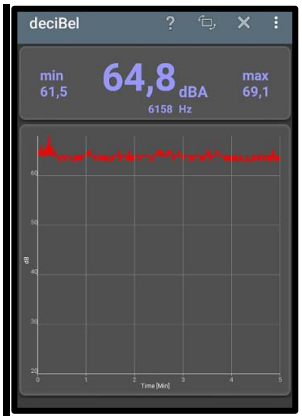


Figura 1. Muestra de sonido en una estación de trabajo (La unidad de medición de la app es el dBA [4])

Las anteriores mediciones fueron tomadas a través de la aplicación móvil deciBel Pro sobre la plataforma Android, en un recorrido durante un día normal de labores en la empresa.

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se considera los 50 dB como el límite superior deseable. A continuación, una escala de los niveles de ruido [5]:

- Muy bajo: 10 y 30 dB (bibliotecas).
- Bajo: entre 30 y 55 dB.
- Ruidoso: a partir de 55 dB y hasta los 75 dB, el nivel se considera ruidoso. Los 65 dB se consiguen con un aspirador, un televisor con volumen alto o un radio despertador. Un camión de la basura provoca 75 dB.

Con lo anterior se logró determinar que hay niveles de ruido fuera del estándar en las estaciones de trabajo que pueden afectar el rendimiento de los empleados y generar molestias tales como: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, disminución del peristalismo digestivo, que ocasiona gastritis o colitis, problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, aumento de la fatiga y dificultad para dormir [6].

Por datos como los recolectados, el COPASST (Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo), tuvo la iniciativa de solicitar una herramienta de streaming que ayude a minimizar los problemas de contaminación acústica que afectan a la organización.

5. ETAPA CHECK

Uno de los primeros ítems en verificarse fue el consumo de red. En la siguiente gráfica se puede apreciar que el consumo de un solo cliente fue constante, debido al flujo de datos que hay entre éste y el servidor.

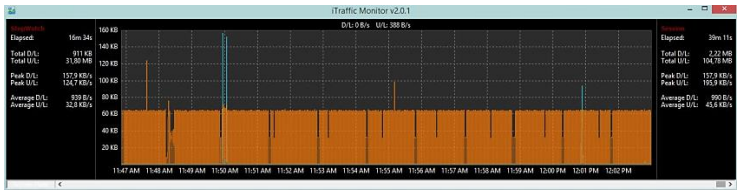


Ilustración 2. Muestra de consumo de red de un solo cliente (tomada con la aplicación iTraffic) [7].
Fuente: Los autores

Se logró que el consumo fuera bajo, en promedio 32,8 KB/s, hecho que aporta a la optimización de los recursos.

Posteriormente se realizó la medición de consumo de red con dos usuarios y el mismo se incrementó a 63,6 KB/s.

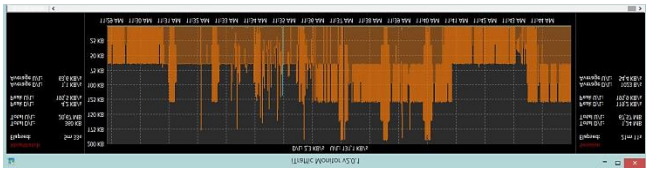


Ilustración 1. Muestra de consumo de red de dos clientes (tomada con la aplicación.
Fuente: Los autores.

Dados los anteriores resultados se determinó que podrían establecerse más de 1000 conexiones simultáneas (claro está, sin depender de recursos como procesador y memoria RAM del equipo servidor).
En cuanto al consumo de recursos en el equipo servidor, se tomaron algunas capturas sobre el rendimiento del aplicativo con algunos usuarios en conexión simultánea y se observó que el consumo no es elevado dada la actividad de procesamiento de audio que se lleva a cabo.

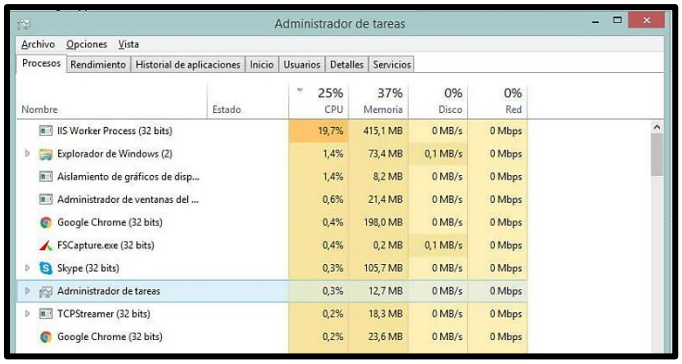


Ilustración 4. Captura de Administrador de tareas en equipo servidor.
Fuente: Los autores.

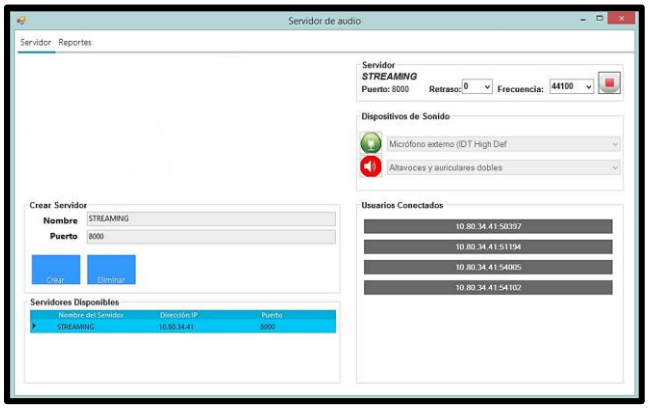


Ilustración 5. Captura de la nueva versión de la aplicación servidor con varios usuarios conectados.
Fuente: Los autores

La aplicación actualmente se encuentra en fase de pruebas dado que la entidad ha tenido problemas con la infraestructura y puesta en marcha de las conexiones necesarias, de las señales de streaming a distribuir. Dado lo anterior no se han tomado nuevos registros sobre los niveles de contaminación acústica en las diferentes estaciones de trabajo de los empleados. Se espera que el COPASST pueda realizar las mediciones una vez se superen los inconvenientes citados. Sin embargo, se estima que se pueden alcanzar entre 65 dB a 70 dB en las cercanías a las fuentes de audio más comunes (televisores, radio y parlantes de computador) luego de que la herramienta entre en pleno funcionamiento en su nueva versión.

6. ETAPA ACT

Durante la fase de verificación se realizaron diferentes pruebas del aplicativo y la calidad de su producto, el cual es el audio, basado en lo anterior se identificó que el formato inicial, a pesar de representar una gran calidad generaba interrupciones de transmisión impidiendo el continuo flujo del contenido multimedia propagado por la herramienta LANBroadcast.

El formato inicial analizado fue .wav, sin embargo debido a sus características ocupaba un gran tamaño situación que generaba una sobrecarga al procesador así como un consumo de ancho de banda poco efectivo. De lo anterior se tomó la decisión de realizar cambio de librerías.

Situación que permitió analizar las diferentes frecuencias, canales de audio, consumo de transmisión, llegando la conclusión que la mejor opción recurso/efectividad es la correspondiente a MPEG-1 Layer III MP3, la cual dispone de varias posibilidades como lo son 32, 44.1 y 48 KHz, con un consumo de canal de 64 kb/s Variable, conservando el nivel de compatibilidad necesario para la interacción con el Servidor de Audio, alojado en las instalaciones de la compañía

En un principio se tomó la decisión de hacer que el flujo de datos no tuviera un tiempo límite. Sin embargo, dicha distribución causaba un loop en la programación que generaba un consumo exponencial a medida que se realizaban más conexiones al sistema, llegando a un 99% con 10 conexiones simultáneas y durante seguimiento al rendimiento del servidor que aloja la aplicación LANBroadcast, se identificó un alto consumo de procesador, luego que los usuarios realizaban inicio de sesión, situación que representó degradación del sonido, alto delay y en ocasiones, interrupción total del stream de audio.

Por lo anterior, se estableció un período máximo de dos horas de streaming para cada usuario; dando fin al loop y asegurando que el sistema cuente con un nivel de consumo sostenible. Una vez identificado el síntoma mencionado se procede, a realizar pruebas de mediante seguimiento de código para descartar posibles nuevo loops, apuntamientos de memoria erróneos o clases que puedan afectar el consumo de CPU en el servidor.

7. RESULTADOS

7.1. Software

El avance de la tecnología y la infraestructura, es constante por tal razón el enfoque y mejoramiento continuo de las aplicaciones debe ir a la par de su entorno informático, premisa que invita a tener presente algunas mejoras a versiones futuras del software, a saber:

- Generación de reportes por consumos y horario de cada uno de los usuarios.
- Integrar la herramienta con algún módulo de edición de audio que permita a los funcionarios segmentar sus contenidos.
- Que la herramienta informática, pueda operar en un servidor de alta disponibilidad tipo Failover, para evitar fallas en la emisión de contenidos.
- Realizar seguimiento al rendimiento del servidor con el fin de aumentar la capacidad del hardware conforme el crecimiento al número de peticiones o registro de usuarios concurrente sobre este.
- El aplicativo debería contar en un futuro un segundo factor de autenticación, con el fin de fortalecer el proceso de logueo.
- El servidor debería contar a futuro con capacidad de realizar streaming de video, el cual podrá ser usado como un medio alterno de capacitación interna de la entidad.

7.2. Niveles de ruido

Luego de implementar la herramienta en una estación de trabajo de la entidad, se procedió a realizar la medición del ruido ambiente, bajo la herramienta DeciBel Pro v.4.3 de casa de desarrollo BSB Mobile, con teléfono de gama alta Huawei Ascend P8, logrando los resultados en la estación de trabajo que se evidencian a continuación (ilustración 6):

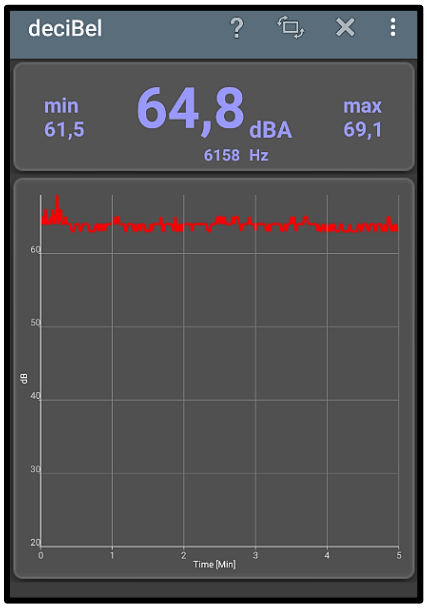


Ilustración 6. Muestra de sonido en una estación de trabajo previa.
Fuente: Los autores

Adicionalmente, se realizaron mediciones en otros entornos como pasillos (ilustración 7) y cerca de dispositivos emisores de audio (ilustración 8).

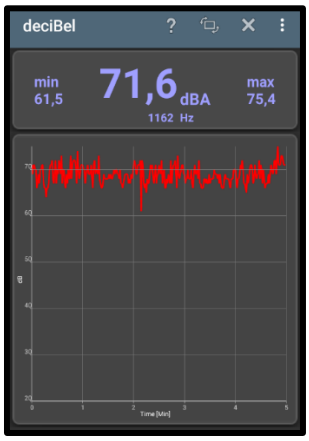


Ilustración 72. Muestra de sonido en los pasillos.
Fuente: Los autores

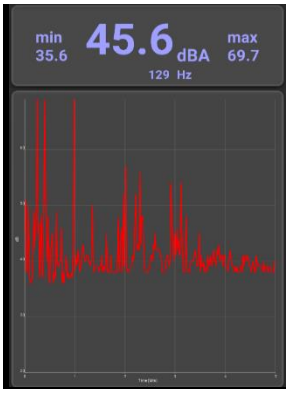


Ilustración 8. Muestra de sonido cerca de un dispositivo emisor de audio Antes.
Fuente: Los autores

Luego de la implementación de la herramienta en una estación de trabajo, se realizó una medición con resultados satisfactorios (ilustración 9).

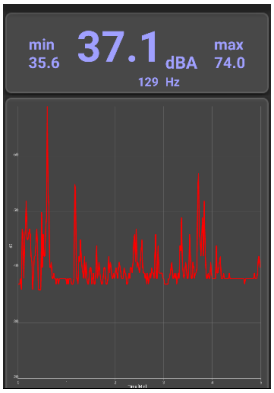


Ilustración 9. Muestra de sonido en una estación de trabajo luego de LANBroadcast.
Fuente: Los autores

Con lo anterior fue evidenciada una disminución de ruido de un 39.9% respecto a las mediciones de audio previas a la implementación de la herramienta, contribuyendo a disminuir el ruido ambiente y aportando a mejorar las condiciones necesarias para la salud de los funcionarios del área según lo indicaba el informe realizado por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), logrando bajar en la escala de ruidoso a bajo, como se aprecia informativo de ruido y salud de Mapfre en siguiente resumen [9].

A continuación, se detallan las mediciones de audio realizadas en la fase inicial del proyecto:

Tabla 1. Medición niveles de Ruido previa.
Fuente: Los Autores

Nivel	Muy Bajo	Bajo	Ruidoso	Muy Ruidoso	Nivel	Medición dB

Puesto de Trabajo	10 y 3 dB	30 y 55 dB	55 y 75 dB	75 dB y 85 dB	Ruidoso	64.8
Pasillos	10 y 30 dB	30 y 55 dB	55 y 75 dB	75 dB y 85 dB	Ruidoso	71.6
Fuente de Audio	10 y 30 dB	30 y 55 dB	55 y 75 dB	75 dB y 85 dB	Muy Ruidoso	76.1
Total Promedio Previo herramienta						**70.83**

8. CONCLUSIONES

La evolución en el desarrollo de la tecnología, permite aportar a la calidad de vida del ser humano, a partir del uso de herramientas tecnológicas que ayuden a minimizar los factores de riesgo y por consiguiente a ayudar a la conservación del activo más valioso de las compañías, que es son sus trabajadores su talento humano.

Como resultado del presente trabajo de investigación, se muestran los beneficios y ventajas que se tiene al implementar un sistema de difusión de audio interno, y se da el hecho de que el funcionario optimiza los recursos de la entidad, puesto que contribuye a una mayor productividad, eficiencia y menor ausentismo, generando confianza en relación empleador-trabajador contribuyendo en consecuencia al mejoramiento del clima organizacional, aumenta el sentido de pertenencia, se realiza una mayor retención de trabajadores, no sin olvidar los beneficios que genera al trabajador, entre los cuales se destacan la autonomía, libertad y monitoreo a tiempo real de los eventos que hacen noticia; así como la posibilidad de una mejor comunicación con sus compañeros de trabajo y mejorar en consecuencia su calidad de vida, el ahorro en dispositivos, espacios de escritorio y consumo de energía propio del consumo de los dispositivos sonoros llevados a la compañía, reflejando una reducción de costos para la organización y para el funcionario.

Desarrollar una herramienta desde el punto de vista gerencial, permite la optimización de los recursos informáticos de la organización, puesto que permite tener como referente una visión global de las buenas prácticas de las normas Internacionales, aplicadas a un ambiente local.

Una herramienta tecnológica diseñada con arquitectura en capas, permite a las empresas utilizar al máximo la red interna, con el fin de aprovechar completamente el rendimiento sus recursos de hardware, posibilitando la distribución cargas y optimizando su rendimiento, bajo un esquema que brinde mayor seguridad de su infraestructura.

La herramienta de desarrollo integrado Microsoft Visual Studio .Net, con su lenguaje de programación ASP.NET y HTML5, permitió el desarrollo de un software con una interface amigable para el usuario final lo cual satisface el requerimiento de ser apto para fines de capacitación y manejo; al mismo tiempo que el resultado final es una herramienta de distribución de audio, que permite la optimización de recursos informáticos de la compañía.

La metodología PHVA permitió evidenciar falencias del producto y proceder con su respectiva corrección de forma oportuna durante las fases de Verificar y Actuar, equilibrando las cargas de trabajo y permitiendo optimizar los recursos para llevar a cabo las tareas planeadas.

Con el análisis del proceso de transmisión de streaming se hicieron notorios algunos usos o aplicaciones adicionales para la herramienta desarrollada.

- Radio online: El uso de la aplicación como un servidor de Radio online podría darse dado el bajo nivel de delay que maneja, entre el ingreso de la señal y la retransmisión. Además, que se convertiría en una muy buena opción si se cuenta con un dominio propio sin tener que contratar un servicio de streaming externo.
- Dictar capacitaciones: En el ambiente de call center dado el bajo nivel de ruido ambiente que se debe manejar, sería factible difundir el audio de las capacitaciones de producto o servicio a través de la intranet corporativa y con el uso de audífonos en las estaciones de trabajo. De modo tal, que en los momentos libres se puedan impartir las capacitaciones sin tener que desplazar a los agentes a auditorios y así atender de inmediato las comunicaciones de los usuarios en caso de que se inicie un flujo alto de llamadas, manteniendo una buena curva de servicio.
- Aplicación a ambientes de alto ruido como medios de transporte masivo, terminales transporte terrestre y aéreo, el permiten al usuario contar con una información precisa y tiempo real de su ubicación y destino.
- Como medio didáctico y de ayuda a las personas invidentes o con discapacidad visual en la descripción de museos de historia o recorridos culturales, que ayuden a brindar un panorama más amplio en su visita guiada.
- En las centrales de salud durante el tiempo transcurrido en la sala de espera antes que el paciente sea llamado, se pueden brindar recomendaciones de hábitos de vida de saludable, tips de medicina general, así como la invitación a exámenes de chequeo habitual o cursos prevención en salud.
- En los almacenes de grandes superficies o centros comerciales el fin de ofertar productos, descuentos e información general sobre actividades o noticias de interés para los clientes de los diferentes establecimientos.
- A nivel pedagógico en educación a distancia, se puede realizar conversatorios, entrevistas, debates o podcast, que logren acercar los estudiantes hacia una transferencia de conocimiento integral.

9. REFERENCIAS

[1] MEZA ARRECIS, Axel Omar. (2012). Implementación de plataforma para streaming de Vídeo en tiempo real, a partir de tecnologías libres. Universidad De San Carlos De Guatemala.. Plataforma para Streaming de vídeo en tiempo real. Guatemala. Facultad de Ingeniería. [En línea]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_ 0644_CS.pdf

[2] DEMETRIADES, Gregory. Building and implementing a complete streaming system. Indianapolis, Indiana: Wiley, 2003. 359 p. ISBN: 0- 471-20950-3.

[3] JIMENO BERNAL, J. (Agosto, 2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua. [En línea]. Disponible en: http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/

[4] DBA, Tecnología acústica. (Octubre 16, 2014). Tabla comparativa de Decibelios. [En línea]. Disponible en: http://www.dba-acustica.com/blog/tabla-comparativa-de-decibelios/

[5] ORMAECHEA ALEGRE. E. (2016). Ruido y Salud. Madrid, España. [En línea]. Disponible en: http://www.mapfre.es/salud/es/cinformativo/ruido-salud. shtml

[6] Curso de Acústica. (2016). Efectos fisiológicos del Ruido: Normativa Unión Europea. [En línea]. Disponible en: http://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/efectos%20y%20normativa/efectos%20y%20normativa.html

[7] DEWEESE, C. (Abril 22, 2009). iTraffic Monitor. [En línea]. Disponible en: http://www.trvx.com/itrafficmonitor/

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE GOBERNABILIDAD TI EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

PROPOSED IMPLEMENTATION OF IT GOVERNANCE PROCEDURES IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

ALEXANDRA ABUCHAR
alexandraAbuchar@yahoo.com.mx
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

ROBERTO FERRO ESCOBAR
rferro@udistrital.edu.co
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

LUIS PALLARES
rferro@udistrital.edu.co
Corporación Unificada Nacional

RESUMEN

La implementación de la gobernabilidad de TI (Tecnología de la Información) es primordial en todo tipo de organización interesada en robustecer los procesos en la prestación de servicios y por ende las Instituciones de Educación Superior llamadas a potencializar y refinar los servicios y alinear la gestión TI con los objetivos, políticas, y estrategias institucionales, lo que con lleva a una mejora continua en las diferentes áreas al interior de la estructura académica administrativa. Para lo cual es necesario implementar las mejores prácticas garantizando así la prestación del servicio con eficacia y eficiencia páralo cual se sugiere en este trabajo la adopción de modelos, estándares y buenas prácticas como: ITILV3, COBIT 5.0, ISO/IEC 20000y la ISO/IEC 27000.

PALABRAS CLAVE:

Gobierno TI, COBIT5.O, ITIL V3, ISO/IEC 20000y la ISO/IEC 27000, Catálogo de servicios de TI.

ABSTRACT

The implementation of IT governance is essential in all types of organization, and therefore in Higher Education Institutions to achieve the alignment of IT with the objectives, policies, and institutional strategies, which entails to a

continuous improvement in the different areas. For this, it is necessary to implement the best practices guaranteeing the service delivery with efficiency and efficiency, which is suggested in this work the adoption of models and standards such as: ITIL, COBIT, ISO/IEC 20000, ISO/IEC 27000.

KEY WORDS

Government IT, COBIT5.O, ITIL V3, ISO/IEC 20000, ISO/IEC 27000, IT Services Catalog.

1. INTRODUCCIÓN

La gobernabilidad TI y la alineación con la gestión TI es de importancia para las organizaciones, y el sector empresarial cabe connotar que este trabajo, se centra en el sector de la educación, específicamente la Educación superior, donde es necesario la adopción, adaptación y estructuración de marcos y estándares de trabajo para potencializar los procesos en la prestación de servicios educativos, siendo de vital importancia el revisar lo concerniente a los sistemas de información y las plataformas de tecnología las cuales representan los activos significativos a nivel organizacional El gobierno TI ha de centrarse en conseguir una gestión de TI eficiente con los recursos tecnológicos los cuales son el soporte principal de servicios prestados a lo comunidad universitaria. De esta manera una eficaz implementación de procedimientos significa tener una proyección estratégica de las tecnologías de la información alineada con los objetivos generales de la organización puesto que es responsabilidad compartida con la alta dirección universitaria.
Adicional a esto la dirección universitaria debe realizar la planeación y distribución de los recursos disponibles de TI, como son: la información, la infraestructura tecnológica, las aplicaciones y el talento humano entre otros aspectos. El objetivo de este artículo es formular como se puede dar la implementación de procedimientos de gobernabilidad en la Corporación Unificada Nacional, CUN, basados en TI y luego hacer esto mismo en otras áreas misionales hasta llegar a los grupos de investigación para mejorar los procesos relacionados con generación de nuevo conocimiento.

2. CONTEXTO CORPORACIÓN UNIFICADA NACIONAL

La CUN es una institución privada de educación superior, la misión se concreta en" Una formación integral de sus estudiantes, reconociendo su complejidad como individuos histórico-culturales y su importancia dentro de una sociedad que reclama ciudadanos responsables, respetuosos de los principios democráticos y los derechos humanos, conscientes de la importancia de su acción dentro de la construcción de sociedad." [1], en la imagen1 se observa el organigrama de la CUN, brinda un panorama de las diferentes oficinas alineadas con la presidencia, la vicerrectoría de investigaciones y las demás áreas misionales.

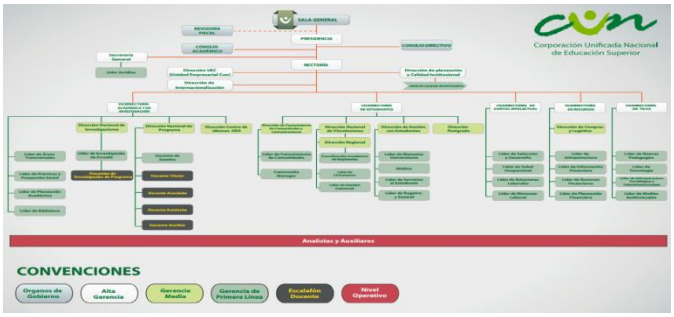


Imagen 1 Organigrama de Corporación Unificada Nacional

Respecto a la infraestructura la CUN cuenta con servicios de acceso a las salas de computadores para los estudiantes, docentes, visitante y personal administrativo, laboratorios y escuelas en general, las cuales también cuentan con grupos de investigación, los cuales así mismo se pueden alinear con los marcos de gobernabilidad para crear productos de alta calidad a la comunidad académica-científica y a su entorno social ya que cuenta con varias sedes a nivel nacional.

2.1. Gobierno de TI

Según el IT Governance Institute dice: "El gobierno de las TI es responsabilidad de la administración ejecutiva y del Consejo de Dirección. Es una parte integral del gobierno de una organización y consiste en las estructuras organizacionales y de dirección, y en los procesos que aseguran que la organización mantiene y amplía sus objetivos y estrategias"[2]. Por consiguiente, el principal objetivo es conseguir la alineación entre la estrategia del negocio y las TI y de esta manera minimizar los riesgos. En la Imagen 2 se encuentran las cinco áreas del enfoque de gobierno TI. Según la norma ISO/IEC 38500:2008 en donde lo fundamental es proporcionar un marco de principios para la dirección de la organización con los procesos de al evaluar, dirigir y monitorear [3].

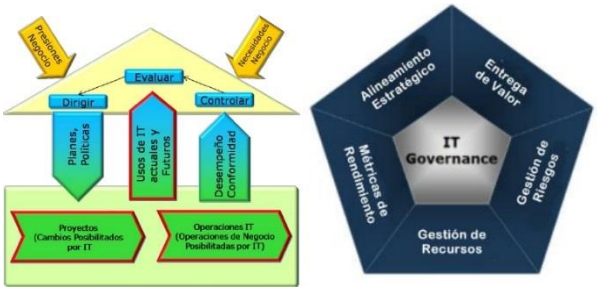


Imagen 2 Áreas de Enfoque del Gobierno de TI

3. MODELOS DE GOBERNABILIDAD DE TI

En la actualidad existen diferentes modelos orientados al control de las organizaciones, cada una de ellas abarca diferentes campos de acción, de forma que se complementan. Están relacionados con la toma de

decisiones estratégicas, la planificación estratégica de los sistemas de información, la gestión de los servicios, y con las herramientas de monitorización y control. Como son el ITIL, COBIT, ISO /IEC 20000 y ISO/IEC 27000, y su implementación en la CUN de acuerdo a sus necesidades.

A. ITIL V3
B. COBIT 5.0
C. ISO/IEC 20000 20000
D. ISO/IEC 27000 27000

A. ITIL V3 (Information Technology and Infrastructure Library

Es marco de referencia que describe el conjunto de las mejores prácticas y recomendaciones para la gestión y administración de servicios de TI, está estructurada para desarrollar estrategias, diseño transición, operación y mejora continua de servicios, siendo este el activo estratégico, basado en procesos. La figura 3 muestra los procesos en el ciclo de vida de ITIL [4].

Imagen 3 procesos en el ciclo de vida de ITIL V3

Las características esenciales son de confidencialidad, integridad, disponibilidad, legalidad, confiabilidad y no repudio de la información. Siguiendo las recomendaciones de ITILV3 se implementan alguno de los subprocesos de la gestión del diseño de servicios, de la transición del servicio y la operación del servicio.

- Diseño del Servicio**:** El objetivo primordial de la esta fase es coordinar con el cliente un informe en donde consignen todas las incidencias de un Servicio TI, aquí se efectuaron dos procesos: la gestión de catálogo de servicios y la gestión de la seguridad de la información.
- Catálogo de Servicios: siendo este un documento que describe Detalladamente los servicios ofertados por la empresa y expuesto de tal forma que sea comprensible para el cliente, es necesario inicialmente caracterizar y catalogar los servicios de tal forma que se pueda conocer los campos que muestra la tabla 1, así como es necesario realizar la descripción del servicio, los acuerdos de nivel de servicio, los actores que están autorizados para requerir o ver el servicio, el costo del servicio y la forma de cumplir el servicio, en la tabla 1, se realiza el formato del servicio referente al préstamo de salas de informática de la CUN.

Tabla. 1 formato de Catálogo de Servicio, Etapas de servicios ITIL V3

FORMATO CATALOGO DE SERVICIOS IES	
Servicio:	Préstamo de Salas de Informática
Descripción:	Servicio que se le presta a los estudiantes de la universidad en los laboratorios de tecnología.
Responsable:	Asistentes de Salas de Informática
Acuerdos de Niveles de Servicio	

Observación	El proceso para solicitar espacio en sala de informática es: • Acercarse a la oficina de salas de informática para revisar la disponibilidad de los espacios. • Elaborar los respectivos oficios indicando naturaleza de la actividad, hora y tiempo durante el cual se van a utilizar las salas, número de estudiantes, software que se necesita con la firma del director de la escuela. Una vez recibida la carta en la coordinación de laboratorios, se procederá a la oficialización de la asignación del espacio.

- Seguridad de la Información: En la CUN se plantea una política para la seguridad de la información donde estipule el responsable del proceso de gestión de la seguridad y velando por cumplimiento de los objetivos misionales; el responsable se encargara de la custodia de la información garantizando la integridad, proyección, confidencialidad, la disponibilidad y el preservar la información de la CUN.
- Transición del Servicio**:** En esta fase se establecen expectativas del cliente en lo referente al servicio y su proceso, garantizando la accesibilidad de los usuarios autorizados. Por lo cual se debe manejar el proceso de gestión de Cambios.
- Gestión de cambios*:* Para llevar un mayor control en los servicios de la Universidad en cuanto a los cambios, se debe solicitar por medio del siguiente formato:

Tabla.2 Formato de Plan de Pruebas

FORMATO DE SOLICITUD DE CAMBIOS CUN	
Fecha:	
Responsable:	
Área:	
Clasificación del cambio según servicio (Marque una X)	
Sistemas de Información Servidores	Correo Electrónico Otro:
Prioridad:	
Descripción del Cambio:	
Motivo del Cambio:	

La gestión de cambios ayuda a los gestores y personal de TI a mantener informados a la directiva de la Universidad y a las partes interesadas en los momentos en que tienen lugar cambios importantes.

1) Operación del Servicio: Esta etapa es la entrega al cliente con la mejor calidad del servicio TI, por lo cual se debe efectuar una gestión de implementaciones con el objetivo de planificar y realizar los cambios sin contratiempos y de manera transparente para el usuario.
2) Gestión de Implementaciones: Está alineada con la gestión de cambios, así que debe realizarse un plan de pruebas en un entorno real y luego un plan de implementación con información sobre lo que se va a implantar, cómo se va a implantar y las especificaciones en las que funcionará.

Tabla. 3 formatos de Solicitud de Cambios

FORMATO DE PLAN DE PRUEBAS CUN	
Caso de Prueba:	
Propósito:	
Prerrequisitos:	
Datos de Prueba:	

ITILV3 distingue cuatro funciones en la operación de servicios de TI [4]

1) Servicie desk o mesa de ayuda donde es aquí donde se brinda solución eficaz y oportuna a los problemas o incidentes para es parte de los procesos frontoffice de comunicación entre la organización y los usuarios convirtiéndose en el punto único de contacto o SPOC (Single Point of Contact).
2) Gestión técnica: aquí se brinda el dar soporte, diseño e implementación en lo referente a los procesos de gestión en TI, en la infraestructura y los servicios de TI. Normalmente suele combinarse con áreas especializadas redes, sistemas, seguridad y otras.
3) Gestión de aplicaciones: proceso encargado del desarrollo de la interface de las aplicaciones realizadas teniendo en cuanta los requerimientos funcionales y los no funcionales desde el punto de vista de operación, administración, control y niveles del servicio.
4) Gestión de operaciones: se encarga de realizar las operaciones rutinarias de mantenimiento desde crear copias de seguridad, mantenimiento a la planta telefónica, redes inalámbricas, dispositivos de entrada a cada dependencia, así como el cómo enfrentar y resolver los problemas relacionados con la prestación del servicio.

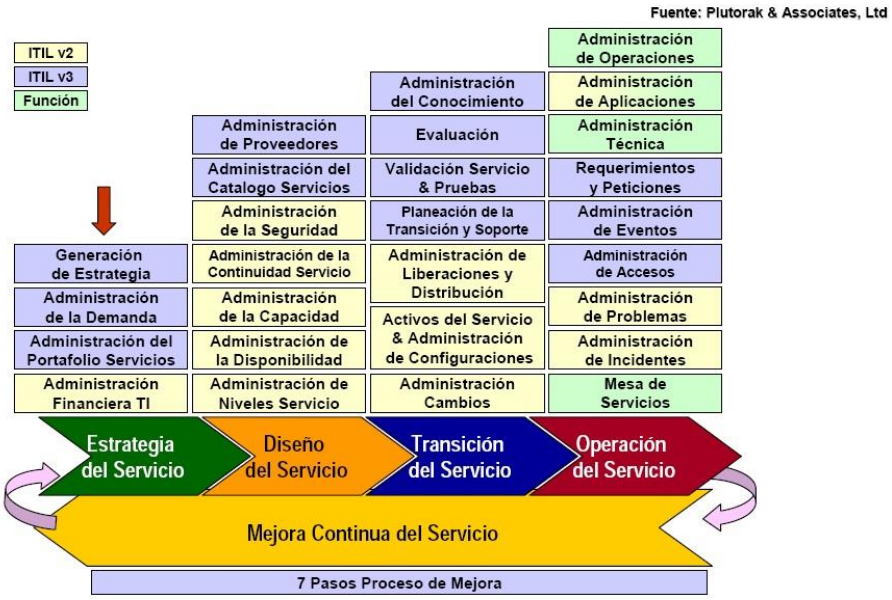


Imagen **3** Framework de ITIL V3

Como se observa en la imagen 4 la versión ITIL V3 se estipula el definir, el implantar y administrar los procesos y funciones de TI [5]

A. COBIT 5.0 (Control Objectives for Information and related Technology)

Es un marco de referencia de trabajo para alinear el gobierno TI y la gestión TI, presenta cinco principios y siete catalizadores o facilitadores con 37 procesos que mejora y potencializan la gestión TI, está enfocado en satisfacer las necesidades de los interesados tanto a nivel interno y externo del proceso. Es necesario connotar que COBIT 5.0 "Para proporcionar la información que la empresa requiere para lograr sus objetivos, la empresa necesita invertir , administrar y controlar los recursos de TI usando un conjunto estructurado de procesos que provean los servicios que entregan la información empresarial requerida."[4], COBIT alinea el gobierno TI y la gestión TI en la Imagen 5 se puede observar los procesos y dominios respectivos.

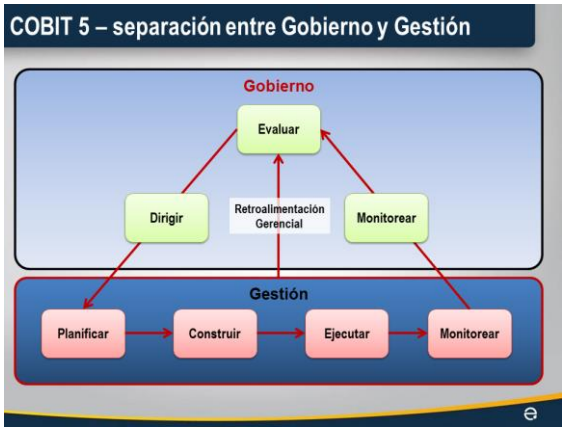


Imagen 5. Separación del gobierno de la gestión COBIT 5.0

Para empezar la implementación de COBIT en la CUN, se realizó la matriz de riesgos efectuada por ISACA [6] , ver tabla 4. Esta matriz permite identificar los procesos y actividades más críticos. Los procesos que son prioridad según el resultado arrojado por la matriz.

- PO1 Definir un plan estratégico de TI
- PO4 Definir los procesos, organización y relaciones de TI
- PO5 Administrar la inversión en TI
- PO9 Evaluar y administrar los riesgos de TI
  AI2 Adquirir y mantener software aplicativo
- AI3 Adquirir y mantener infraestructura tecnológica
- AI4 Facilitar la operación y el uso
- DS4 Garantizar la continuidad del servicio
- DS5 Garantizar la seguridad de los sistemas
- DS7 Educar y entrenar a los usuarios
- ME1 Monitorear y evaluar el desempeño de TI

Tabla.4 Matriz de Riesgos según COBIT 5.0

Procesos de TI	**Importancia:** **1** menos importante**,** **5** más importante	**Impacto:** alto, medio, bajo, inmaterial, no está seguro
Planear y Organizar		
PO1 Definir un plan estratégico de TI	5	Alto
PO2 Definir la arquitectura de la información	2	Bajo
PO3 Determinar la dirección tecnológica	1	Inmaterial
PO4 Definir los procesos, organización y relaciones de TI	5	Alto
PO5 Administrar la inversión en TI	5	Alto
PO6 Comunicar las aspiraciones y la dirección de la gerencia	4	Medio
PO7 Administrar recursos humanos de TI	2	Medio
PO8 Administrar la calidad	1	Inmaterial

PO9 Evaluar y administrar los riesgos de TI	5	Alto
PO10 Administrar proyectos	3	Medio
Adquirir e implementar		
AI1 Identificar soluciones automatizadas	1	Inmaterial
AI2 Adquirir y mantener software aplicativo	5	Alto
AI3 Adquirir y mantener infraestructura tecnológica	5	Alto
AI4 Facilitar la operación y el uso	5	Medio
AI5 Adquirir recursos de TI	1	Inmaterial
AI6 Administrar cambios	3	Medio
AI7 Instalar y acreditar soluciones y cambios	2	Bajo
Entregar y dar Soporte		
DS1 Definir y administrar los niveles de servicio	2	Medio
DS2 Administrar los servicios de terceros	4	Alto
DS3 Administrar el desempeño y la calidad	2	Medio
DS4 Garantizar la continuidad del servicio	5	Alto
DS5 Garantizar la seguridad de los sistemas	5	Alto
DS6 Identificar y asignar costos	2	Medio
DS7 Educar y entrenar a los usuarios	5	Alto
DS8 Administrar la mesa de servicio y los incidentes	1	Inmaterial
DS9 Administrar la configuración	3	Medio
DS10 Administrar los problemas	4	Alto
DS11 Administrar los datos	3	Medio
DS12 Administrar el ambiente físico	2	Bajo
DS13 Administrar las operaciones	1	Inmaterial
Monitorear y Evaluar		
ME1 Monitorear y evaluar el desempeño de TI	5	Alto
ME2 Monitorear y evaluar el control interno	4	Medio
ME3 Garantizar el cumplimiento regulatorio	1	Inmaterial
ME4 Proporcionar gobierno de TI	3	Bajo

B. ISO/IEC 20000 20000 Gestión de la calidad de los servicios de TI

Es necesario establecer la importancia de la prestación de servicios para las organizaciones puesto que son la razón de ser de la misma, para lo cual se han desarrollado modelos y estándares como las ISO/IEC 20000 20000. Los estándares internacionales ISO/IEC 20000 e ISO/IEC 27000, permiten garantizar la prestación satisfactoria de los servicios de TI y la gestión que se realice sobre estos, para lograr la satisfacción de los usuarios [7].

Imagen 6. Certificación en ISO 20000

La ISO/IEC 20000/IEC 20000 Norma que gestión de servicios recomendada para aplicar a las empresas donde su lógica de negocio es la prestación de servicios de TI y los departamentos de Tecnologías de la información, proveedores externos de TI, así como también a las organizaciones subordinadas, la norma es compatible con ITIL y está orientado al ciclo de Vida del Servicio 5 aspectos fundamentales [8]. Para la implementación de esta certificación en la CUN se comprometerse en seguir un procedimiento:

- Conformar un equipo de trabajo que conozca el modelo organizacional el cual debe contar con r experiencia en las áreas relacionadas con las TIC, para garantizar una correcta implementación, seguimiento, control y mejora continua.
- Definir y suministrar un catálogo de servicios de TI centrado en las necesidades de la comunidad universitaria con base en Acuerdos de Niveles de Servicio.
- Realizar un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información acorde con el Sistema de Gestión de Información Institucional.
- La CUN debe reforzar las políticas en los procesos, procedimientos y guías que disminuyan la incertidumbre en cuanto a las actividades e inversiones en materia de los servicios de TI.

ISO/IEC 27000: Seguridad de la información esta norma reúne lo referente a la definición y manejo de los requisitos de sistema de gestión de la seguridad de la información **(**SGSI**).**[9]

- ISO/IEC 27001: Presenta los requisitos con que debe contar el sistema de gestión de seguridad de la información y específica los requerimientos para: establecer, implementar, operar, monitorear, revisar, mantener y mejorar un Sistema Gestión de Seguridad de la Información,
- ISO/IEC 27002: Presenta la guía de las buenas prácticas donde se describen los aspectos a tener en cuenta en lo referente a: objetivos de control, y s recomendables sobre seguridad de la información.
- ISO/IEC 27005: Especifica los criterios de la gestión del riesgo en la seguridad de la información. Se apoya en los conceptos generales de la ISO/IEC 27001 y está diseñada para ayudar a la aplicación satisfactoria de la seguridad de la información basada en un enfoque de gestión de riesgos [10].

En la CUN es necesario adoptar la norma ISO/IEC 27000 para la Seguridad de la Información, para lograr una implementación es necesario seguir las siguientes recomendaciones según

- Gestión de Activos: Cada una de las dependencias de la organización debe gestionar los activos con la vigilancia del comité de Seguridad de la Información, se debe realizar el inventario de los activos de información existentes.
- Gestión de Incidentes: Se deben establecer mecanismos y estrategias para reportar diligentemente las posibles violaciones que se tengan en la seguridad de información a través de su jefe de dependencia. En

casos graves urgentes se podrán realizarse ante estamentos de alta gerencia la cual debe garantizar las infraestructuras tecnología que debe solución [11] .

- Recursos Humanos: Todos los funcionarios de la CUN están vinculados a una dependencia y deberá reportar las funciones, actividades y tareas que desempeñe debe estar vinculado con un perfil de manejo de los recursos de información, incluyendo el hardware y software. La Oficina de Sistemas deben mantener un directorio completo y actualizado de accesos y perfiles.
- Seguridad Física: La oficina de sistemas debe tener un inventario de os recursos de infraestructura de servicios de TI está cubierta por mantenimiento y soporte adecuados de hardware y software[12].

4. CONCLUSIONES:

Se estableció la importancia en adoptar y adaptar las mejores prácticas de gobierno TI, la importancia de contar con marcos de referencia de trabajo que permitan potencializar la gobernabilidad TI, y la alineación con las estrategias del negocio, de la prestación de servicios y mejora continua de los procesos en las organizaciones.

Consecuentemente las entidades Universitaria de educación superior deben estructurar sus procesos con los estándares y mejores prácticas como ITIL V3, COBIT 5.0, ISO/IEC 20000, ISO/IEC 27000 y COBIT entre otras, robusteciendo y estructurando los procesos entre gobierno TI y gestión TI. Esta implementación es exigente en cuanto a recursos económicos, logísticos, tecnológicos y de talento humano.

Por ende, en la CUN, es necesario adoptar los marcos, estándares y mejores prácticas expuestos en este trabajo puesto que permiten potencializar la gestión de los recursos y servicios TI, asi mismo es necesario fortalecer los niveles de seguridad de la información basados en la ISO/IEC 27000. Logrando la alineación con los objetivos misionales, la articulación con la Investigación, con la Extensión, la Internacionalización de los procesos y alineación futura con otros marcos de trabajo como los implementados en redes como RENATA y CLARA que muestran la importancia de contar con estos aspectos que impulsan el desarrollo; de esta forma se logran mejores logros de la comunidad Académica e Investigativa, también en la reducción de costos, mitigación de riesgos, mayor calidad en los servicios, mayor eficiencia y un alto grado de servicios y aplicaciones.

5. REFERENCIAS

[1] P. E. Cunista, “Cunista proyecto educativo,” 2013.

[2] RE-INVENTA, “Introducción a ITIL (Information Technology Infrastructure Library) | Re-inventa.” [Online]. Available: http://www.re-inventa.com/introduccion-a-itil/. [Accessed: 07-Jun-2017].

[3] “JOnline: Gobierno de las TIC ISO/IEC 38500.” [Online]. Available: https://www.isaca.org/Journal/archives/2010/Volume-1/Pages/Gobierno-de-las-TIC-ISO-IEC-385001.aspx. [Accessed: 07-Jun-2017].

[4] “ITIL v3 Manual íntegro.”

[5] “Ciclo de Vida de los Servicios (DS) en ITIL - Parte 1.” [Online]. Available: http://www.uv-mdap.com/blog/ciclo-de-vida-de-los-servicios-ds-en-itil-parte-1/. [Accessed: 07-Jun-2017].

[6] "COBIT Focus Volumen 1, enero de 2014." [Online]. Available: https://www.isaca.org/Knowledge-Center/cobit/cobit-focus/Pages/COBIT-Focus-Volumen-1-enero-de-2014.aspx. [Accessed: 07-Jun-2017].

[7] J. Dugmore, "Using ITIL ® and ISO / IEC 20000 together : a global view," 2015.

[8] "Ejemplo real de implantación de ISO 20000."

[9] ISO -International Organization for Standardization, "Familias de las Normas ISO 27000," p. 19, 2011.

[10] A. Ramírez Castro and Z. Ortiz Bayona, "Gestión de Riesgos tecnológicos basada en ISO 31000 e ISO 27005 y su aporte a la continuidad de negocios," *Ingeniería*, vol. 16, no. 2, pp. 56–66, 2011.

[11] "ISO 27035 Gestión de incidentes de seguridad de la información." [Online]. Available: http://www.pmg-ssi.com/2014/05/iso-27035-gestion-de-incidentes-de-seguridad-de-la-informacion/. [Accessed: 07-Jun-2017].

[12] A. L. Neira and J. R. Spohr, "Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información," *Article*, vol. 1, p. 14, 2010.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE PERSONNEL SELECTION WITH SOFT-COMPUTING TECHNIQUES

E.H. CABLES PÉREZ
Universidad Antonio Nariño, Bogotá
Colombia
ehcables@uan.edu.co

M. TERESA LAMATA
Universidad de Granada.
18071- Granada
España
mtl@decsai.ugr.es

J.L. VERDEGAY GALDEANO
Universidad de Granada.
18071- Granada
España
verdegay@decsai.ugr.es

ABSTRACT

This paper presents SelPersonal, a decision support system for the personnel selection process. To substantiate the proposal, the general characteristics of the existing methods to conduct the personnel selection in a company are analyzed. In addition, we identify the negative and positive aspects of the different softwares that serve this purpose. Finally, we present the general characteristics of the SelPersonal tool and describe how to use it

KEYWORDS

ACM proceedings, text tagging

Personnel Selection, Multi Criteria Decision Making

1. INTRODUCTION

Through the historical development of society, the role of Human Resources for the proper functioning of Companies and Institutions has been verified. Therefore, the presence of Units or Areas whose mission is the control and supervision of this precious resource is necessary.

These Human Resources Units can perform different functions depending on the type of organization [1], [2], [3]. However, one of the essential functions is the Recruitment and Selection of Personnel, because it is through these processes that the people better prepared and trained to occupy a job or develop an activity should be selected [4], [5], [6], [7]. [8].

According to Wether W. [9], the process of Personnel Selection in companies is based on different elements. In addition, it does not have a determined number of steps or stages, because they depend on various factors of each organization or entity. However, their starting point is the identification of the specific or particular characteristics to occupy a job, which allows defining the basic criteria to be used during the evaluation of a group of possible candidates [10].

The Personnel Selection process consists of a set of very complex activities, and the effectiveness of this process depends on the accuracy and the methods used to obtain objective results. This problematic is started with a set of information that is represented in different magnitudes and meanings, and that is associated to the set of candidates; hence the need for the use of tools and theories capable of integrating large amounts of information.

Within the set of tools and theories used in the processing of information for the Selection of Personnel, we have: the multicriteria analysis methods [11], [12], [13], [14], [15] [16], [17], [18], [19], mathematical programming models [20], [21], [22], [23], the use weights to express the relative importance of the criteria [24], [25], [26], and the use of software to support and facilitate the process.

In particular, the Personnel Selection process can be transformed into a very complex activity when the criteria to be evaluated in each candidate increase, or the organization needs to perform this process systematically.

From the above, the aim of this paper is to propose a software tool using soft-computing techniques to support the personnel selection process.

To develop this paper, an evaluation of the main methods and software used in the personnel selection process is done, which is taken as a reference to implement the proposed software tool (SelPersonal). Finally, we describe how to use the software.

2. DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PERSONNEL SELECTION

In the Selection of Personnel process, it can be observed that the criteria and their evaluation in the candidates have an essential role in obtaining the results. Then, it becomes necessary to select methods and procedures that facilitate with the greatest possible objectivity the solution of the problem. Therefore, there is a problem that requires methods capable of integrating a broad range of information expressed in different magnitudes and meanings.

2.1 Personnel Selection Methods

Several researchers have developed different methods and procedures to process information from this class of problems, among which are: Liang and Wang [27], Dursun and Karsak [28], Jaime Gil Aluja [17], López González et al. [29], Gin-Shuh Liang [30], Karsak [20], Lourdes Canós Darós et al. [21], [22], Panagiotis V. Polychroniou and Ioannis Giannikos [12], Zülal Güngör et al. [25], and others.

Generally speaking, several methods are used in the Personnel Selection Process, which can be characterized by the instrumentation and use of different tools, knowledge and conceptions, such as:

- The use of multi-criteria analysis methods, among which include: the TOPSIS method [28], [12] whose principle is to identify the best alternative based on ideal positive and negative solutions; the AHP method [31], [32], [33], which allows to decompose the selection problem into a hierarchical structure for better understanding; the FAHP method [25], which is an extension of AHP where fuzzy logic is used, the ELECTRE method [34], etc.
- The use of Fuzzy Logic, as it facilitates the work in the presence of vagueness and imprecision of the information, common in this kind of problematic [13], [16], [17], [18], [21], [22], [28], [30], [32].
- The use of mathematical programming models [20], [21], [22], [23].
- The subdivision of the criteria into quantitative and qualitative, in order to differentiate their processing [27], [30].
- The participation of a group of experts [17], [27], [24], [28], in order to evaluate the criteria to be used and the candidates.
- The use of weights to indicate the relative importance of the criteria that intervene in the process [23], [25], [30], [32], [35].
- The identification of the best candidates starting the ideal state [21], [22], in addition to the referent of each candidate regarding the ideal profile and the non-ideal profile [17], [18], [19], [24].

2.2 Software used in Personnel Selection

The Personnel Selection process is structured over a set of phases each with their respective tasks, making it a complex and time-consuming process that can influence the quality of this process. On the other hand, computing resources have contributed positively to the automation of various tasks and has allowed the reduction of information processing time, which is manifested in this process.

In particular, in the last years software systems have been developed with the purpose of contributing to the improvement of the Personnel Selection process. These systems are fundamentally used in the stage that processes and evaluates candidates, which automates this task and reduces it to a very small time.

Some of the software used in the Personnel Selection process includes:

- Decision Support System (DSS) [36], which allows the evaluation of personality characteristics for the members of a working group, helping to detect potential conflicts among its members.
- The GREHU system [37] includes a subsystem for personnel recruitment, based on the specification of a set of predefined requirements.
- SELSOFT software [38] is characterized by facilitating the process of application and qualification of 14 psychological tests.
- The DEXi tool [39], [40] uses a decision model that is based on attributes organized in a tree structure.
- Software RH-CITMA [41] allows to register the basic information of different Personnel Selection processes to obtain the proposal of candidates.

All these software packages combine indistinctly a set of different potentialities that facilitate and help the Personnel Selection process; however, the conception used may limit the degree of precision of the results obtained by the candidates proposed to occupy a job or perform a given activity, as shown below:

Advantage.

- Dynamic definition of the criteria to be evaluated in the candidates (DEXi) y (DSS).
- Determine a final evaluation for each candidate using (DEXi) and (DSS), which helps the decision in the selection process.
- Apply and process the results of a lot of psychological tests (Selsoft).

Disadvantages.

- Does not order the candidates based on desired profile, (except DEXi).
- Does not determine a final evaluation of the candidates based on the defined criteria, (except DEXi and DSS).
- All criteria used to evaluate the candidates have the same relative importance.
- Only uses the principles of Boolean logic to obtain the results, (except DEXi and DSS).
- The criteria used to evaluate the candidates are static in correspondence with the characteristics of the software, (except DEXi and DSS).
- Does not use multicriteria analysis methods, where the ideal search for each criterion is variable, and it admits values from the maximum value to the minimum value.

2.3 SelPersonal Tool

Based on the software analyzed above, in addition to the aforementioned considerations of the methods, procedures and conceptions used to perform the information processing of the Personnel Selection process, the SelPersonal software is proposed.

Software Specifications

For the development of this software, a set of requirements were identified, which are described below:

Functional requirements

- Associated with Data Domains: Manages and verifies the integrity of the domains, the linguistic labels, and defines work intervals (discrete, continuous and ordinal).
- Associated with Selection Models: Manages the criteria, selection models, verify the integrity of the models, adjust weights and order the criteria.
- Associated with candidate data: Manages the general and specific data of the candidates.
- Implementation of the Reference Ideal Method (RIM) [42] for the information aggregation process of each evaluative model, in addition to the TOPSIS method [43].
- Use RIM with Discrete, Continuous and Ordinal Data.
- Use of weights to indicate the relative importance of the criteria, such that it implements the weights obtained by the Linear Function Class [44], the linear order of quantified preference [45], and the Borda-Kendal law [46], [47].
- Manage user policy.

Non-functional requirements

- Use of free software technology in software development (Java programming language, with the NetBean 6.5.1 development environment, Hibernate frameworks for data persistence [48] and Spring 2.5 for business logic [49], [50].
- The user interface uses the Openswing library.
- The software performs information persistence through a Postgres SQL database server.
- Restriction of the access of the users to the functionalities according to the role of the actors of the system.

Software Actors.

The users of the system will have a role corresponding to one of the three proposed actors (see Table 1).

Table 1: Software Actors

Actors	Description
Administrator	Defines the users who have access to the software.
Supervisor	Has access to all options related to the definition of jobs, the selection models, the candidate data, and the information processing.
Standard	Has access to all options related to the data capture of the candidates and the information processing. It is a generalization of all the previous actors.

The Software architecture

The class architecture of the software adopts the following organizational structure (see Fig. 1)

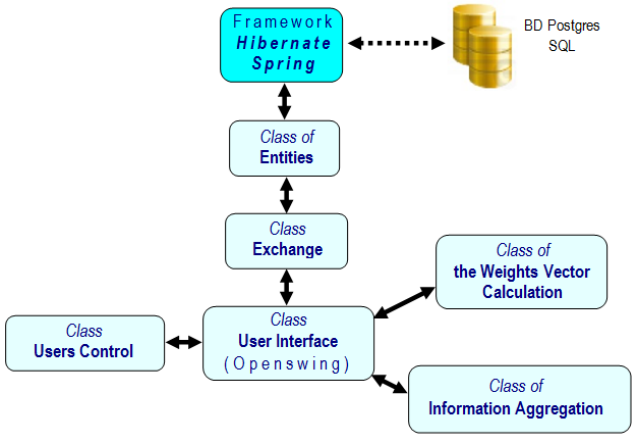


Figure 1: Scheme of the class architecture of the software

where:

- Class of Entities: Contains the design of classes in correspondence with the database.
- Class of the Weights Vector Calculation: Conforms the classes to perform the operations referring to the different methods to calculate the weights vectors [44], [45], [46].
- Class of Information Aggregation: Conforms the classes to perform the information aggregation processes of the TOPSIS method [46] and the RIM method [42].
- User Interface Class: Contains classes for the visual exchange of information with users through the Openswing library.
- Users Control Class: Contains the operations for the control of the users of the software.
- Exchange Class: Performs data exchange operations between the Entities class and the User Interface class.

Finally, the data persistence process is done using Hibernate.

Description of the use of SELPERSONAL

When the SelPersonal software is run, the application identification window is displayed and the window for user control with system access is activated (see Fig. 2).

Figure 2: Window for access control

After checking that the user has access to the system, the main window is opened, activating the different options of the menu and the toolbar, according to the kind of user that registered.

In the working area of the main window, different windows are shown associated to the operations that are performed with the software, such as the job definition, the data domains, and the selection models, among others.

The principle of working with the application must follow the order described:

1. Definitions

First, it is necessary to identify the data domains that will be used in the definition of the criteria associated with the selection model. These domains may be discrete, ordinal, or continuous data (see Fig. 3).

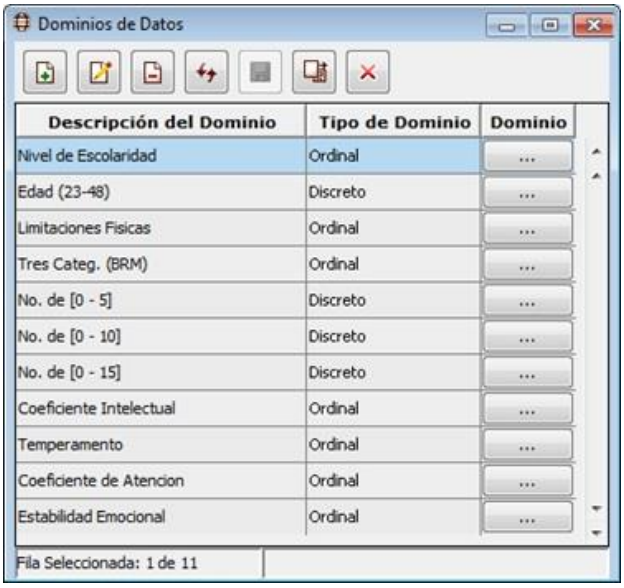


Figure 3: Window for the definition of the data domains

Then, we have the basic conditions to start defining the selection models according to the needs of companies and entities.

For the definition of the selection models, companies and entities must have identified the set of criteria to be used according to the competencies associated with each job.

Each selection model is decomposed into a hierarchical structure that can have the necessary levels, such that it shows the selection problem to be solved, as illustrated in the left panel of figure 4. Then, the Criteria are organized in a tree structure, where each node corresponds to a criterion, grouped into two basic types:

Criteria Summary: Represented by the root node and the intermediate nodes, establishing the information link from the root node to the leaves. The Summary Criterion that is the root node stores the result of the evaluation of the entire information aggregation process.

Criteria Evaluated: Represented by the nodes that constitute the leaves of the tree and assigned the values belonging to the defined domains.

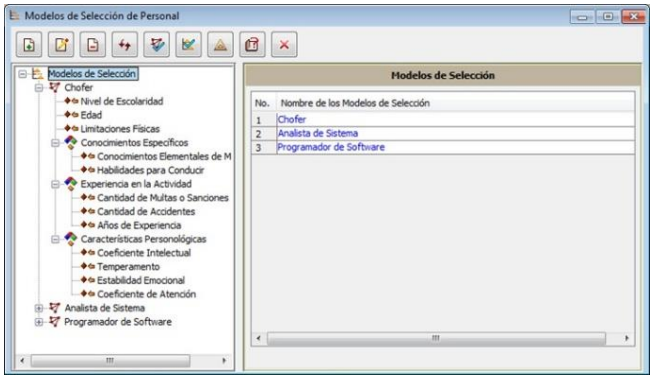


Figure 3: Window for the definition of the data domains

Then, we have the basic conditions to start defining the selection models according to the needs of companies and entities.

For the definition of the selection models, companies and entities must have identified the set of criteria to be used according to the competencies associated with each job.

Each selection model is decomposed into a hierarchical structure that can have the necessary levels, such that it shows the selection problem to be solved, as illustrated in the left panel of figure 4. Then, the Criteria are organized in a tree structure, where each node corresponds to a criterion, grouped into two basic types:

Criteria Summary: Represented by the root node and the intermediate nodes, establishing the information link from the root node to the leaves. The Summary Criterion that is the root node stores the result of the evaluation of the entire information aggregation process.

Criteria Evaluated: Represented by the nodes that constitute the leaves of the tree and assigned the values belonging to the defined domains.

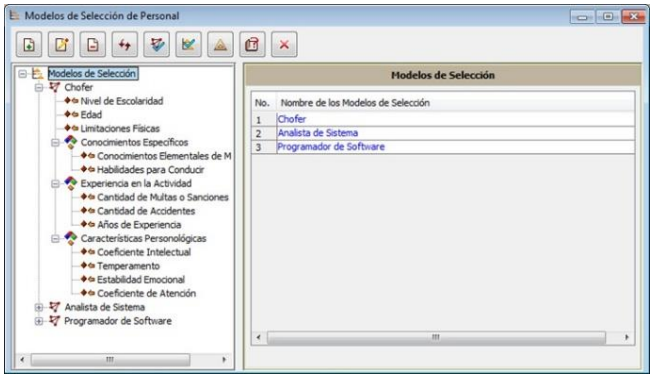


Figure 4: Definition window of the Decision models for the selection

Each kind of criterion requires the definition of certain elements, such as:

- The assignment of weights to all child nodes of the summary criteria.

- For the Evaluated criteria, there should be defined: the data domain, the normalization function and the set of values representing the ideal value.

2. Definition of jobs.

The organization identifies the job positions, registering the general description and the selection model that will be associated to each one.

3. REGISTRATION OF CANDIDATES AND INFORMATION PROCESSING.

The general and specific data of the candidates are registered. The specific data correspond to the selection model associated with the job, which the candidate wants (see Fig. 5).

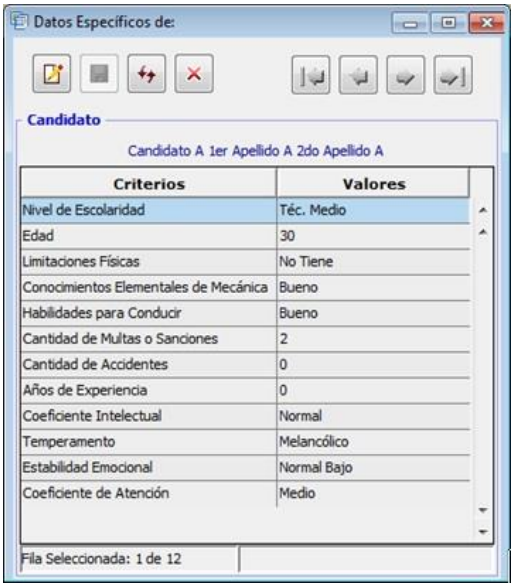


Figure 5: Window of data specific to the candidates

Finally, the software proceeds with the processing of information and obtains a list of the candidates in descending order with respect to the aggregation value (see Fig. 6). This value is in the interval [0,1], and indicates that the closer to the value 1 the closer the candidate is to the defined ideal.

Figure 6: Results window of candidates

The processing of the information associated with the candidates can be done through the RIM or TOPSIS methods, which allows the users of the software to obtain the results through two different methods. In addition, these results can be represented graphically (see fig.7).

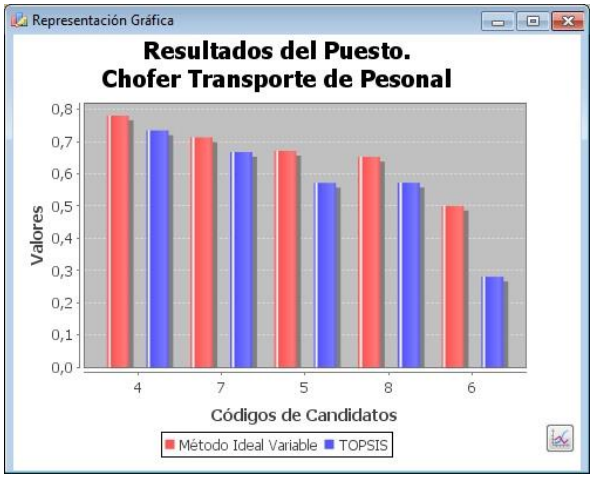


Figure 7: Graphical representation of results

4. CONCLUSIONS

This paper presents a study of the fundamental characteristics of some software used in the personnel selection process, identifying the positive and negative aspects that affect the quality of this process. All these elements allowed identifying the functional requirements to implement the software SelPersonal with the following general characteristics:

- The dynamic definition of the selection model to use.
- The use of weights to indicate the relative importance of the criteria.
- Implementation of the Reference Ideal method.

In addition, the results obtained with the software allow users greater precision in the final selection of candidates.

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been partially funded by projects TIN2014-55024-P from the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness, P11-TIC-8001 from the Andalusian Government, and FEDER funds. Besides, the support provided by the Desoft SA Company, Cuba and the Antonio Nariño University, Colombia.

REFERENCES

[1] Wayne R, M. 1997. Administración de Recursos Humanos. Noe.-México: Ed. Prentice-Hall.
[2] Butteriss, M. 2000. Reinventando Recursos Humanos: Cambiando los roles para crear una organización de alto rendimiento. EDIPE.
[3] Castellano Palomo, C. 2006. El factor humano en el contexto empresarial actual.http://www.monografias.com/trabajos45/factor-humano-empresa/factor-humano-empresa.shtml.
[4] Fernández Ríos, M. 1995. Diccionario de Recursos Humanos, Organización y Dirección. Ed. Díaz de Santos.
[5] Chiavenato, I. 1988. Administración de Recursos Humanos. Mac Graw-Hill, México.
[6] Peña, M.B. 1987. Dirección de Personal. España, Hispano Europea.
[7] Sikula, F. 1991. Administración de Recursos Humanos en Empresas. México: Ed. Limusa.
[8] Valle Cabrera, R. 1995. Gestión estratégica de los recursos humanos. Buenos Aires: Addison-Wesley Iberoamericana.
[9] Werther, W. and Keith, D. 1996. Human Resource and Personnel Management. Mc Graw HillCompanies Inc.
[10] Alarcón, A., Chelech, S., Flores, C., Harnisch , E. and Ortiz A. 2002. Reclutamiento y selección de personal. http://www.apsique.com/wiki /LaboRetselper.
[11] Dursun, M. and Karsak, E.E. 2010. A fuzzy MCDM approach for personnel selection. Expert Systems with Applications, Vol.37, 4324–4330.
[12] Polychroniou, P.V. and Giannikos, I. 2009. A fuzzy multicriteria decision-making methodology for selection of human resources in a greek private bank. Career Development International, Vol. 14, No.4, 372–387.
[13] Adem Golec and Esra Kahya. 2007. A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection. Computers Industrial Engineering, Vol.52, 143–161.
[14] Albayrak, E. and Claire Erensal, Y. 2004. Using analytic hierarchy process (AHP) to improbé human performance: An application of multiple criteria decision making problem. Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 15, 491–503.
[15] Afshari, A.R., Mojahed, M., Yusuff, R.M., Hong, T.S. and M.Y. Ismail. 2010. Personnel selection using ELECTRE. Journal of Applied Sciences, Vol.10, N0. 23, 3068–3075.
[16] Liang, G.S. and Wang, M.J.J. 1994. Personnel selection using fuzzy MCDM algoritm. European Journal of Operational Research, Vol. 78, 22–33.
[17] Aluja, J.G. 1996. La gestión interactiva de los recursos humanos en la incertidumbre. Centro de Estudios

Ramón Areces.
[18] Karsak, E.E. 2001. Personnel selection using a fuzzy MCDM approach based on ideal and anti-ideal solutions. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 507, 393– 402.
[19] Dursun, M. and Karsak, E.E. 2010. A fuzzy MCDM approach for personnel selection. Expert Systems with Applications, Vol. 37, 4324–4330.
[20] Karsak, E.E. 2006. Personnel selection using an MCDM approach that integrates numerical and linguistic information. Proceedings of the Eleventh International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems (IPMU 2006), Paris, 308–314.
[21] Canós, L., Casasús, T., Lara, T., Liern, V. and Pérez, J.C. 2007. Un algoritmo fuzzy para la selección de personal basado en agregación de competencias. XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional.
[22] Canós, L., Casasús, T., Lara, T., Liern, V. and Pérez, J.C. 2009. Técnicas flexibles para la gestión de recursos humanos: La selección de personal basada en la valoración de competencia. Trabajo parcialmente subvencionado por los proyectos de investigación TIN-2005-08404-C04 y GV-2007-218.
[23] Canós, L. and Liern, V. 2008. Soft computing-based aggregation methods for human resource management. European Journal of Operational Research, Vol. 189, No. 1, 669–681.
[24] Liang, G.S. 1999. Theory and methodology fuzzy MCDM based on ideal and anti-ideal concepts. European Journal of Operational Research, Vol. 112, 682–691.
[25] Gungor, Z., Serhadlioglu, G. and Kesen, S.E. 2009. A fuzzy ahp approach to personnel selection problem. Applied Soft Computing Journal, Vol. 9, No. 2, 641–646.
[26] Jessop, A. 2004. Minimally biased wieght determination in personal selection. European Journal of Operational Research, Vol. 153, 433–444.
[27] Liang, G.S. and Wang, M.J.J. 1994. Personnel selection using fuzzy MCDM algoritm. European Journal of Operational Research, Vol. 78, 22-33.
[28] Dursun, M. and Karsak, E.E. 2010. A fuzzy MCDM approach for personnel selection. Expert Systems with Applications, Vol. 37, 4324-4330.
[29] López González, E., Mendaña Cuervo, C. and Rodríguez Fernández, M.A. 1996. La selección del personal con un algoritmo genético borroso. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, Vol. 2, No. 2, 61-76.
[30] Liang, G.S. 1999. Theory and Methodology Fuzzy {MCDM} based on ideal and anti-ideal concepts. European Journal of Operational Research, Vol. 112, 682-691.
[31] Adem Golec and Esra Kahya. 2007. A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection. Computers Industrial Engineering, Vol. 52, 143-161.
[32] Ling-Show Chen and Ching-Hsue Cheng. 2005. Selecting IS personnel use fuzzy GDSS based on metric distance method. European Journal of Operational Research, Vol. 160, 803-820.
[33] Albayrak, E. and Y. Claire Erensal. 2004. Using analytic hierarchy process (AHP) to improbe human performance: An application of multiple criteria decision making problem. Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 15, 491-503.
[34] Afshari, A.R., Mojahed, M., Yusuff, R.M., Hong, T.S. and M.Y. Ismail. 2010. Personnel Selection using ELECTRE. Journal of Applied Sciences, Vol. 10, No. 23, 3068-3075.
[35] Jessop, A. 2004. Minimally biased wieght determination in personal selection. European Journal of Operational Research, Vol. 153, 433-444.
[36] Nussbaum, M., Singer, M., Rosas, R., Castillo, M., Flies, E., Lara, R. and R. Sommers. 1999. Decision support system for conflict diagnosis in personnel selection. Information and Management, Vol. 36, 55-62.
[37] CUJAE. 2002. GREHU Sistema de Recursos Humanos. http://grehu.cujae.edu.cu/General/Ca-

racteristicas.asp.
[38] Empresa DESOFT SA. Cuba. 2002. Selsoft. http://www.infocompu.com/SELSOFT.HTM.
[39] Jereb, E.; Bohanec, M. and Rajkovic, V. 2003. DEXi - Racunalniski program za vecparametrsko odlocanje (DEXi: computer program for multi-attribute decision making). Kranj: Moderna organizacija.
[40] Jereb, E., Rajkovic, U. and Rajkovic, V. 2005. A Hierarchical Multi-Attribute System Approach to Personnel Selection. International Journal of Selection and Assessment, Vol. 13, No. 3, 198-205.
[41] Falcón Villaverde, P.O. and Prendes Gutiérrez, R.A. 2005. La Gestión por Procesos y los Recursos Humanos. Presentación del software. http://www.monografias.com/trabajos30/gestion-procesos/gestion-procesos.shtml.
[42] Cables, E., Lamata, M.T. and Verdegay, J.L. 2016. RIM-reference ideal method in multicriteria decision making. Information Sciences, Vol. 337, 1-10.
[43] Yoon, K. 1980. Systems selection by multiple attribute decision making. PhD dissertation, Kansas State University, Manhattan.
[44] Lamata, M.T. and Cables Pérez, E. 2009. OWA weights determination by means of linear functions. Mathware & Soft Computing, Vol. 16, 107-122.
[45] Lamata, M.T. and Cables Pérez, E. 2012. Obtaining OWA Operators starting from a linear order and preference quantifiers. International Journal of Intelligent Systems, Vol. 27, 242–258.
[46] Borda, J.C. 1781. Mémorie sur les elections au scrutin". in Historie de l´Academie Royale des Sciences, Paris.
[47] Cables Pérez, E.H. 2011. Selección de personal con técnicas de Soft Computing. Propuesta de Desarrollo y de Software. Ph.D. Dissertation. Universidad de Granada, España.
[48] Bauer, C. and King, G. 2007. Java Persistence with Hibernate. Manning Publications Co.
[49] Johnson, R. and et al. 2005. Professional Java Development with the Spring Framework. Wiley and Sons.
[50] WALLS, C. and. Breidenbach R. 2008. Spring in Action. Manning Publications Co.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

IMPLEMENTACIÓN DE LAS TIC EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

VALENTÍN ÁLVAREZ HILARIO
Universidad Autonoma de Guerreo
valentin_ah@yahoo.com

FELIX MOLINA ANGEL
Universidad Autonoma de Guerreo
felixmolinaangel@hotmail.com

Ivan Gallardo Bernal
Universidad Autonoma de Guerreo
drivangallardo@gmail.com

EDGARDO SOLÍS CARMONA
Universidad Autonoma de Guerreo
esoliscr@hotmail.com

RESUMEN

El uso de las plataformas de enseñanza virtual se está abriendo camino en el ámbito de la docencia universitaria. Prácticamente todas las universidades ya cuentan hoy en día con universidades virtuales a disposición de la comunidad universitaria e intentan promover su uso. Este proceso se hace cada día más importante en la medida en que se piensa que dichas plataformas están llamadas a jugar un papel relevante en la renovación pedagógica que el espacio de la educación superior trata de impulsar. El presente artículo expone de una manera práctica de cómo debemos hacer uso de estas plataformas para impartir las materias en concordancia con la secuencia didáctica; también se explican las ventajas que estas herramientas nos ofrecen para la docencia universitaria, pero también se exponen algunos de los inconvenientes o problemas que se presentan de acuerdo a su uso.

ÁREA TEMÁTICA

Ingeniería en Computación, Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

PALABRAS CLAVE

Utilización, Tecnologías, Información, Comunicaciones.

1. INTRODUCCIÓN

Es claro ver que las TIC's son un elemento necesario para mejorar el proceso de formación en toda institución educativa y esto las convierte en un elemento mediador para que se desarrolle de una mejor manera el proceso de enseñar y aprender, al mismo tiempo, posibilitan la ampliación de la cobertura educativa que es uno de los problemas que tiene la facultad, además de integrar las TIC's en su modelo educativo presencial. Así mismo la sociedad le demanda nuevas modalidades educativas. Todo esto es motivo para la realización de esta investigación, pues cualquier acción encaminada a la solución de estas problemáticas se requiere conocer de la situación actual y el uso de las TIC's dentro de la Facultad de Ingeniería.
Para lograr una integración adecuada de las TIC's en esta Facultad, es necesario diseñar y desarrollar políticas institucionales e implicar a toda la escuela, en este sentido no siempre se asumen estrategias que vayan encaminadas a innovar, mejorar y desarrollar planes educativos en los que las TIC's constituyan el entorno o una clara estrategia de incorporación, a la hora de planificar las acciones formativas, de los medios y recursos tecnológicos.

Planteamiento del Problema

En la última década los sistemas de medios de comunicación masivos y de educación han sufrido cambios debido al desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías de información y las comunicaciones [1].
En consecuencia, el uso de estas tecnologías se vuelve cada día más complejo dentro de una sociedad desorientada que en lugar de utilizarlo como una herramienta para el aprendizaje, lo utilizan como medio distractor para el NO-aprendizaje y es por esta razón que se tomó la decisión de llevar a cabo una investigación que nos permita conocer la manera en que se están usando dentro del ámbito educativo.

JUSTIFICACIÓN

Los procesos de enseñanza-aprendizaje son básicamente actos comunicativos en los que los estudiantes o grupos, orientados por los profesores, realizan diversas actividades con la información que reciben o deben buscar y los conocimientos previamente adquiridos. La ayuda que nos ofrecen las TIC's está en que pueden apoyar estos procesos aportando a través de Internet todo tipo de información, programas informáticos para el proceso de datos de alcance mundial facilitando así el área de consulta dentro del campo de investigación.
Con la integración de las TIC's en los salones de clase, se abren nuevas posibilidades que nos permiten a nosotros los estudiantes y profesores, el acceso a cualquier información necesaria en cualquier momento, la comunicación con compañeros y colegas de todo el mundo para intercambiar ideas y materiales, e incluso para trabajar juntos. Con esto se les asegura a los estudiantes las competencias en las TIC's que la sociedad demanda y otras tan importantes como es la curiosidad, el aprender a entender nuevas áreas, tener iniciativa, ser más responsables y aprender más sobre el trabajo en equipo [2].
Este trabajo, permitirá conocer las ventajas y desventajas del uso de las TIC's y especialmente del Internet tanto para investigar, llevar cursos a distancia, ver videoconferencias, software, participar en concursos, etc., como para jugar o chatear. Lo más importante es saber que éstas, no se presentan de manera aislada, sino que interactúan, permitiendo conseguir nuevas realidades en el área de la comunicación [2].

Objetivo

Dar a conocer diversas estrategias que sirvan para mejorar el uso de la tecnología de información y comunicación dentro la facultad de ingeniería.

2. ESTADO DEL ARTE

Actualmente, estamos acostumbrados a coexistir con todo tipo de servicios que nos facilitan la comunicación entre personas, pero la experiencia con estos sistemas es relativamente reciente. A lo largo de la historia las señales han ido evolucionando en cuanto a su variedad y complejidad, para ajustarse a las necesidades de comunicación del hombre. Esta evolución de las comunicaciones entre personas se ha beneficiado en gran medida de los avances tecnológicos experimentados en todas las épocas, que han ido suprimiendo las barreras que tradicionalmente han limitado la interactividad entre las personas: riqueza de contenido, distancia de las comunicaciones, cantidad de información transmitida. El uso de nuevos tipos de señales y el desarrollo de nuevos medios de transmisión, adaptados a las crecientes necesidades de comunicación, han sido fenómenos paralelos al desarrollo de la historia [3].

2.1 ¿Qué son las TIC's y Cuáles son sus Inicios?

Las TIC's son el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada en diferentes códigos (texto, imagen, sonido, etc.).

El elemento más representativo de las nuevas tecnologías es sin duda la computadora, el celular y más específicamente, Internet. Como indican diferentes autores, Internet supone un salto cualitativo de gran magnitud, cambiando y redefiniendo los modos de conocer y relacionarse del hombre

Las TIC's se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones. Desataron una explosión sin antecedentes de formas de comunicarse al comienzo de los años 90. A partir de ahí, el Internet pasó de ser un instrumento experto de la comunidad científica a ser una red de fácil uso que modificó las pautas de interacción social [4].

Tecnologías de la información y de la comunicación se entiende como un término para designar lo referente a la informática conectada a Internet, y especialmente el aspecto social de éstos. Las nuevas tecnologías de la información y comunicación eligen a la vez un conjunto de innovaciones tecnológicas, pero también las herramientas que permiten una redefinición radical del funcionamiento de la sociedad [5].

3. ANÁLISIS DE LAS TIC´S

Si bien es cierto que las TIC's han impactado en todos los ámbitos de la sociedad y a todas las profesiones, no es menos cierto, que paradójicamente, donde mayor resistencia se ha dado es en el ámbito Educativo, donde se tiene como principal misión el preparar a los niños y adolescentes para vivir y ser productivos en la sociedad, en la que cada vez están más presentes las TIC's.

La utilización de las TIC's en las instituciones educativas, en muchos casos, se convierte en la única alternativa para aquellos

que no tienen acceso a ellas en el ambiente familiar, lo cual es un elemento de justicia social.

Las TIC's en la educación se pueden emplear de tres maneras: como objeto de aprendizaje, como medio para aprender y como apoyo al aprendizaje [2].

3.1 Formulación

Con el firme propósito de realizar un estudio profundo y detallado del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, en la Facultad de Ingeniería, nos planteamos las siguientes interrogantes.

- ¿Qué razones impulsan la necesidad de la integración de las Tecnologías de la información y la comunicación en el sistema educativo?
- ¿Cuál es el papel del profesor en la inclusión de las TIC's en la Facultad de Ingeniería?
- ¿Cómo vienen utilizando las TIC's los alumnos y docentes dentro de la Facultad de Ingeniería?
- ¿Cuáles son los beneficios de utilizar las TIC's en el proceso enseñanza-aprendizaje?
- ¿Cuál es la influencia que ejercen las TIC's en los alumnos y profesores?
- ¿Cuáles son los beneficios que nos ofrece la tecnología actual dentro de la Facultad de Ingeniería y en que nos afecta?
- ¿Cómo utilizan las Tecnologías de Información y Comunicaciones los profesores y alumnos dentro de la Facultad de Ingeniería?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de las TIC's?

3.2 ¿Existe un uso apropiado de las Tecnologías de Información y Comunicaciones?

3.3 Situación de Partida: Diagnóstico Interno

Partiendo de un diagnostico interno sobre la situación en la que se encuentra la facultad con respecto a la presencia de las TIC's, proporcionará referentes importantes para tomar decisiones estratégicas que faciliten la integración de las tecnologías. Para ello señalamos que el diagnostico interno ha sido parte importante de esta investigación, el cual ya se ha realizado y los resultados de este diagnóstico se han reflejado en la presente "Artículo" por lo que no abordaremos más detalles sobre éste. Es importante señalar que también en este Artículo han sido planteadas algunas propuestas como soluciones a situaciones encontradas en dicho diagnóstico [2].

3.4 Metodología Para una investigación de campo correcta

Una encuesta es una manera de recolectar información que se espera represente los puntos de vista de toda una comunidad o de un grupo en el cual se está interesado.
Para ello con el fin de lograr los objetivos planteados de este artículo de investigación, se recolecto toda la información obtenida mediante las encuestas realizadas una cierta parte de los docentes y alumnos de la facultad de ingeniería [2].

3.5 Software para el Análisis de la Encuesta

SPSS son las siglas de Statistical Package for the Social Sciences, que en su traducción al español quedaría como "Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales".
Se trata de un programa o software estadístico que se emplea muy a menudo en las ciencias sociales y, de un modo más específico por las empresas y profesionales de investigación de mercados. Ello quiere decir que este software estadístico resultará de gran utilidad a la hora de llevar a cabo una investigación de carácter comercial [6].

A la vez es uno de los programas estadísticos más conocidos teniendo en cuenta su capacidad para trabajar con grandes bases de datos y una sencilla interfaz para la mayoría de los análisis [7].

3.6 Análisis de la investigación de campo

En esta etapa de la investigación se muestran las tablas de frecuencia y su grafica general correspondiente, todo esto obtenido de la encuesta aplicada a los alumnos y profesores de la facultad de ingeniería.
La encuesta fue aplicada a 50 personas, dentro de ellas incluyo tanto alumnos como profesores de la facultad, también dentro de este mismo número tome en cuenta algunos egresados de la facultad de ingeniería.
Cabe señalar que la encuesta consta de 10 preguntas y se realizó solo a ingenieros del área de computación. Ver Figura 2**.**

ENCUESTA

Marque con una X la respuesta que sea de su consideración...

1. ¿SABE QUE SON LAS TECNOLOGIAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (TIC's)?
   SI ( ) NO ( )
2. ¿DESEARIA QUE SE LE CAPACITARA SOBRE COMO FUNCIONAN LAS TIC's?
   SI ( ) NO ( )
3. ¿EL USO MAS COMÚN QUE SE LES DA ES EDUCATIVO?
   SI ( ) NO ( )
4. ¿HAN IMPLEMENTADO LAS TIC's EN SUS SALONES DE ESTUDIO?
   SI ( ) NO ( )
5. ¿CONSIDERA QUE SERIA DE AYUDA TENER ESTE TIPO DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA?
   SI ( ) NO ( )
6. ¿DESEARIA TENER AULAS CON MEJORAS AUDIOVISUALES E INTERNET LOCAL?
   SI ( ) NO ( )
7. ¿DESEARIA TENER PLATAFORMAS DE ESTUDIO DONDE PUDIERA ESTAR EN CONTACTO CON SUS COMPAÑEROS DE CLASE E INCLUSO HACER TRABAJOS EN EQUIPO VIA WEB?
   SI ( ) NO ( )
8. ¿CREE QUE MEJORAR LOS EQUIPOS DE COMPUTO DE LA FACULTAD SIRVA DE AYUDA EN EL USO DE LAS TIC's?
   SI ( ) NO ( )
9. ¿LA FACULTAD DEBE MEJORARSE EN EL AMBITO TECNOLOGICO?
   SI ( ) NO ( )
10. ¿CREE CONVENIENTE QUE LOS PROFESORES DEBAN CAPACITARSE PARA HACER USO Y ENSEÑAR SOBRE EL USO DE LAS TIC's?
    SI ( ) NO ( )

PREGUNTA EXTRA:

¿DE QUE COLOR ES EL CABALLO BLANCO DE NAPOLEÓN?

CAFE ( ) BLANCO ( ) NEGRO ( )

¡¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!

Figura 3. Encuesta

¿Sabe que son las tecnologías de información y comunicaciones (TIC's)?
El 70% de ingenieros en computación saben que son las TIC's, el otro 30% no tienen conocimiento alguno.

¿Desearía que se le capacitara sobre cómo funcionan las TIC's?
El 72% de ingenieros quieren ser capacitados en las TIC's el otro 28% no tienen interés de aprender.

¿El uso más común que se les da es educativo?
En esta pregunta el resultado fue equilibrado ya que el 50% dice que las TIC's son usadas para la educación y el otro 50% dicen que no es usado para el área de la educación.

¿Han implementado las TIC's en sus salones de estudio?
En esta pregunta el 44% contesto que si se han implementado estas tecnologías en sus salones y el otro 56% contesto que no.

¿Considera que sería de ayuda tener este tipo de apoyo para la enseñanza?
En esta pregunta el porcentaje es del 78% para los que consideran que las TIC's sirven de apoyo para la enseñanza y el porcentaje para los que dicen que no sirve es del 22%.

¿Desearía tener aulas con mejoras audiovisuales e internet local?
El 92% por ciento desea tener sus salones mejor equipados y el otro 8% contesto que no.

¿Desearía tener plataformas de estudio donde pudiera estar en contacto con sus compañeros de clase e incluso hacer trabajos en equipo vía web?
El 76% de los ingenieros desean tener plataformas de estudio y el 24% no desean esta herramienta.

¿Cree que mejorar los equipos de cómputo de la facultad sirva de ayuda en el uso de las TIC's?
El 78% quieren mejores equipos de cómputo dentro de la facultad y el 22% no les importa.

¿La facultad debe mejorarse en el ámbito tecnológico?
El 84% contesto que la facultad si debe mejorar en el ámbito de la tecnología y el 16% no se preocupa por la mejora.

¿Cree conveniente que los profesores deban capacitarse para hacer uso y enseñar sobre el uso de las TIC's?
Esta última pregunta es sobre la capacitación de los profesores y se puede observar que el 72% contesto que si a la capacitación y el 28% contesto que no.

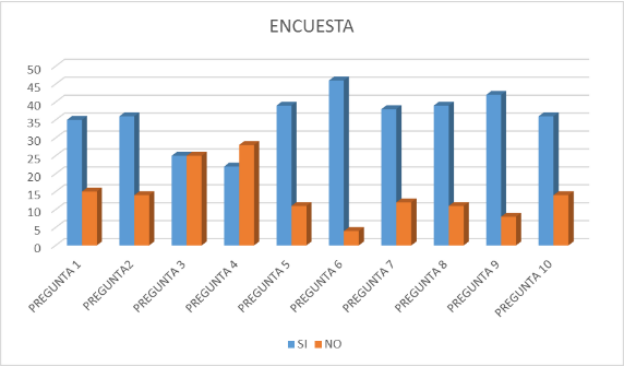


Figura 4 Grafica General de Encuestas

La gráfica nos muestra un resumen detallado de cada una de las tablas de frecuencia mostradas anteriormente para su comprensión. **Ver Ilustración 3.**
Analizando las tablas de frecuencia podemos deducir lo siguiente:

- Hay alumnos y egresados que no tienen conocimiento de las TIC’s lo cual es algo preocupante ya que son el 30% de los encuestados.
- Para esto tenemos a aquellos compañeros que desean ser capacitados en las herramientas TIC’s, 72%.
- Respecto al uso que se les da a estas tecnologías dentro de la facultad, 50% para enseñanza educativa y un 50% de uso común.

4 PROPUESTA

a. Implementación de las TIC’s dentro de la Facultad de Ingeniería

Dentro de la universidad se cuenta con una plataforma muy importante y una herramienta que la complementa de una manera eficaz, estas son la UAGro Virtual y Cisco WebEx, ambas se están implementando actualmente dentro de la universidad, pero hay un problema, no hay personas interesadas en darle un uso a estas herramientas y para esto se está llevando a cabo una propuesta para que estas herramientas sean utilizadas de una manera adecuada.

4.1.1 Objetivo

- Formular diversas estrategias para mejorar en el ámbito de la enseñanza haciendo uso de las herramientas TIC's dentro de la facultad de Ingeniería.

4.1.2 Metodología

Para que estas situaciones no ocurran se plantearon las siguientes estrategias:

- Dar a conocer las herramientas a los profesores de la facultad para que estos estén enterados de todos los beneficios que estas les ofrecen.
- Concientizarlos de los aspectos tanto positivos como negativos que estas tienen a la hora de ser usadas para el ámbito educativo, es decir el alumno tendrá mucha información a la mano y esto conlleva a poder copiar los trabajos de manera más rápida y sin esfuerzo.
- Realizar cursos de capacitación para que los profesores aprendan a usar la plataforma de una manera adecuada, sí como el manejo de las nuevas herramientas que se van a implementar.
- Los profesores deberán someterse a evaluaciones donde se dará cuenta si están haciendo uso de estas herramientas y si el uso que le están dando es apropiado para las clases que estos imparten dentro de la facultad.
- De igual forma los estudiantes deberán conocer las nuevas herramientas que serán implantadas en sus salones, así como la plataforma en la que se estará trabajando.
- Deberán asistir a cursos de capacitación que serán impartidos para que el alumno aprenda a manejar estas nuevas herramientas.
- Se les demostrara a los estudiantes lo importante que será el cuidado de su zona de trabajo ya que contaran con muchas facilidades para el aprendizaje y todo esto conlleva a enseñarles a valorar lo que se tendrá a la mano, es decir las TIC's.
- En la semana de ingeniería se puede mostrar abiertamente el uso y funcionamiento de la plataforma y la herramienta para que tanto alumnos como profesores tengan el interés de conocerlas y en base a esto realizar nuevas actividades futuras.

Estas estrategias deben implementarse ya, porque en estos últimos meses se han venido realizando cursos intensivos dentro de la facultad para que conozcan y aprendan a usar las herramientas
En base a todo lo anterior se hizo un recuento de todos los beneficios que nos ofrecen estas herramientas, así como sus ventajas y sus desventajas.

4.1.2.1 UAGro Virtual

Dentro de la facultad de ingeniería se cuenta con una plataforma de estudio llamada UAGro Virtual (**Ver Ilustración 6**), esta les facilita tanto a alumnos como a profesores el aprendizaje de las materias dentro de la escuela y también les permite llevar sus estudios de manera remota, es decir; pueden estudiar una carrera o un diplomado desde la comodidad de sus casas.
Esta plataforma tiene muchas funciones las cuales son desglosadas de una manera general:

Funciones:

- ✓ **Acceso mediante Usuario y Contraseña:** Esto se les asigna a los estudiantes o profesores dándose de alta dentro de las oficinas de la UAGro Virtual ubicadas en el cuarto piso de la torre de la Facultad de Ingeniería.
- ✓ **Cronograma de Aprendizaje:** En este apartado se muestra el material del curso que el alumno o el profesor necesitaran durante su carrera o diplomado en línea.
- ✓ **Maestros y Materias:** Se puede hacer consulta de los maestros que están disponibles dentro de la plataforma e incluso conocer que cursos han llevado a cabo o que materias imparten.
- ✓ **Captura de Calificaciones:** Les permite a los profesores subir las calificaciones de sus estudiantes.
- ✓ **Calificaciones:** En este apartado los alumnos pueden consultar sus calificaciones de las materias que estén cursando.
- ✓ **Foros:** Tanto los alumnos como los profesores pueden interactuar dentro de los foros ya sea para solicitar algún apoyo con sus trabajos o hacer entrega de alguna tarea.
- ✓ **Diplomados Online:** La plataforma les permite conocer los diplomados que se están impartiendo e incluso se puede descargar la convocatoria en formato PDF.
- ✓ **Biblioteca Virtual:** Permite a los alumnos y profesores de ingeniería hacer búsquedas de sus libros de preferencia desde la plataforma sin necesidad de buscar libros físicamente.
- ✓ **Herramienta Cisco WebEx:** Esta herramienta es un punto muy importante para la UAGro Virtual ya que por este medio se llevan a cabo las videoconferencias de manera remota y en vivo todo con la mejor calidad y la menor perdida de datos posibles.

Ventajas:

- Gratis
- Uso Fácil
- No necesita un internet muy rápido
- No requiere un equipo de altos requisitos
- Las capacitaciones son gratuitas
- Disponible 24hrs
- Seguridad Garantizada

Desventajas:

- Debes pertenecer a la UAGro
- Las videoconferencias no están incluidas dentro de la plataforma

4.1.2.2 Cisco WebEx

Esta herramienta le sirve de apoyo a la UAGro Virtual para las videoconferencias, lo cual cubre uno de los puntos más importantes dentro de la plataforma, en si es solo un enlace que se lleva a cabo mediante una solicitud de reunión ya sea para que los estudiantes tengan una reunión con su profesor o incluso para que haya comunicación entre varios profesores, esto puede ser en diversas modalidades que esta herramienta nos ofrece.

Cabe señalar que esta herramienta es gratuita dentro de la facultad y cuenta con disponibilidad constante y seguridad multicapa validada por auditorias independientes y rigurosas (SSAE – 16 e ISO 27001), también está certificada por el programa Skyhigh CloudTrust™ el cual se encarga del control de seguridad en la nube y disponibilidad empresarial [8].

Ventajas:

- Es gratis si perteneces a la UAGro
- Herramienta Multiplataforma
- Funciona en diversos dispositivos
- Videoconferencias en vivo
- Opción de pantalla completa
- Tiene la función de pantalla compartida o dividida
- Opción de Capacitación en línea
- Permite varias transmisiones a la vez
- Permite grabar las conferencias
- Permite organizar reuniones o entrar en ellas
- Calidad de video HD en formato H.264
- Cuenta con soporte técnico en vivo
- No existe perdida de datos, es decir, no hay problemas molestos de sincronización de audio y video [8]

Desventajas:

- Conseguir la herramienta por fuera de la UAGro tiene un costo y este se paga mediante un plan mensual
- Necesitas tener una buena conexión a internet

4.1.3 Recursos Humanos - Equipo Técnico

Es importante que para la implementación de las herramientas e instalación del software necesario se cuente con un equipo de trabajo que tenga experiencia en las áreas que se quieren cubrir en el proyecto y para esto se diseñó un organigrama de tipo jerárquico
En este organigrama mencionamos el equipo de trabajo que se requiere y se desglosan sus actividades a realizar durante el transcurso de la implementación.

4.1.4 Recursos Materiales – Financiación

Antes que nada, para que este proyecto se lleve a cabo necesitamos a alguien quien lo pueda financiar, una de las opciones que se puede tomar en cuenta es **Conacyt** el cual se encarga promover y estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país y para nosotros como estudiantes es posible conseguir un apoyo económico por ese medio [9].

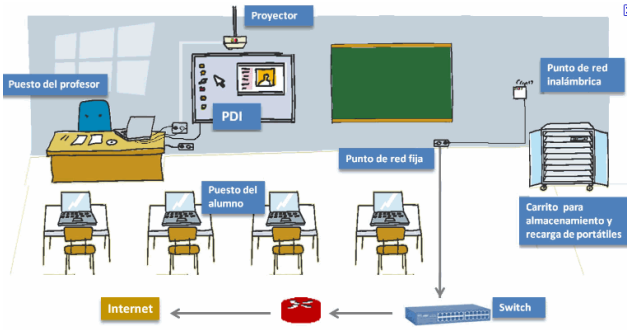


Figura 4. Herramientas TIC's en el Aula

En la figura anterior (**Ver Ilustración 13**) se muestra un diseño del aula una vez que las tecnologías sean implementadas y para esto necesitaremos nuevos equipos los cuales también son mencionados, cabe señalar que algunos salones ya cuentan con algunos equipos y solo necesitaran ser actualizados para un mejor funcionamiento.
Ahora estos los equipos con los que se cuenta dentro de algunos salones de ingeniería (**Ver Tabla 2**):

EQUIPO
WI-FI
PROYECTOR
BOCINAS
PANTALLA DE PROYECCION
Estos son los equipos con los que se debe de contar dentro de los salones para que el proyecto se lleve a cabo
EQUIPO
WIFI ROUTER ACCES POINT
PIZARRÓN DIGITAL INTERACTIVO
PROYECTOR PRO FULL HD
WEBCAM PRO HD
Si se desea tener un equipo de cómputo especial para que el profesor lo use en la clase que imparta, este deberá contar con las siguientes especificaciones mínimas: PROCESADOR i3
3.5GHZ, 4GB RAM, 1GB VRAM, DISCO DURO 1TB, SALIDA HDMI, WEBCAM HD CALIDAD H.264, S.O. WINDOWS 10 O LINUX, MONITOR DE 19.5" RESOLUCIÓN 1080P, KIT DE TECLADO Y MOUSE A PRUEBA DE LÍQUIDOS

Sacando un presupuesto de lo que se necesita para que el proyecto se lleve a cabo da un aproximado de $22,975 por salón, esto sin tomar en cuenta el gasto que se lleva por el internet ya que este es un servicio por el cual se paga una renta mensual.

4.1.5 Evaluación

El proyecto no solo se trata de implementar algo nuevo, sino también de obtener una valoración cierta sobre lo que es necesario para que se esté lleve a cabo y para llevar un control adecuado del manejo que se le está dando una vez ya implementado, para esto la evaluación fue dividida en tres etapas.
Evaluación parcial: Esta evaluación puede ser realizada cada fin de semestre para ir viendo los cambios que se vayan dando durante el periodo de clases.
Evaluación Final: Esta última etapa será realizada en base al resultado que se obtenga de las evaluaciones que se estén llevando a cabo a lo largo de los semestres para poder llevar un control del año de clases, esto es necesario para demostrar si se han alcanzado los objetivos generales y específicos que desde un principio fueron planteados.

5 CONCLUSIONES

- Las TIC's son herramientas que ya se han venido usando desde hace muchos años, pero en la actualidad el uso ha sido más frecuente, hoy en día hacemos mucho uso del internet, las computadoras, la tablet y sobre todo el celular y esto nos ha llevado a hacer menos investigaciones, leemos muy poco y no nos

interesamos en el cambio, de un tiempo para acá nos hemos vuelto conformistas con lo poco que tenemos y debemos cambiar en ese aspecto.

- En la facultad de ingeniería se están implementando las TIC's pero a medias ya que no cuentan con el equipo necesario y esto ha prolongado que se realicen varios
- proyectos en base a la tecnología, pudieran tener ya un pizarrón digital, equipos de cómputo mejores que con los que cuentan, laboratorios mejor equipados y limpios, porque razón no se logra esto, porque tanto alumnos como profesores no tienen un orden que sirva de ejemplo a los demás de cómo deben tratar su área de trabajo o aprendizaje en este caso nuestra facultad.
- Debemos hacer conciencia que mejorando en el uso de las tecnologías con las que se cuenta actualmente no solo mejoraremos nuestro aprendizaje sino también a la facultad, tal vez con esto se pudiera lograr obtener un puntaje más para la certificación, y de esta manera formar parte de las escuelas con mayor calidad no solo de enseñanza sino también en el ámbito tecnológico.

5.1 Prospectiva Sobre Investigaciones Futuras

Mucho decimos sobre las TIC's, sus bondades y ventajas para el acto educativo en toda la amplitud de su significado, sin embargo, es mucho lo que queda por conocer. La sociedad demanda nuevos aprendizajes y por tanto también se modifican las formas de enseñarlos.

No obstante, a todo esto, la investigación tiene un papel preponderante en la sociedad, y en la educación su papel es indiscutiblemente el principal. Es relevante decir que los resultados de la investigación han permitido el desarrollo de diversas áreas de conocimiento. Sin embargo, faltará mucho por investigar y desarrollar en el contexto de nuestra Facultad.La prospectiva educativa no será fácil, ni segura, pero debemos recurrir a la prudencia y a la cautela para estar a salvo de una imaginación desbocada referente al uso de las tecnologías (TIC's) [2].

REFERENCIAS

[1] huidobro, «monografias.com,» 12 mayo 2012. [En línea]. Available: http://www.monografias.com/trabajos37/tecnologias-comunicacion/tecnologias-comunicacion.shtml.

[2] T. G. FLORES, Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, Queretaro: Universitat Rovira I Virgili, 2008.

[3] F. M. Bonilla, «sites.google.com,» 26 Febrero 2012. [En línea]. Available: https://sites.google.com/site/ticsyopal5/assignments.

[4] C. B. Ortí, LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y, Universidad de Valencia.

[5] D. González, «monografias.com,» 4 Julio 2016. [En línea]. Available: http://www.monografias.com/trabajos67/tics/tics.shtml.

[6] A. L. L. Rodríguez, «queaprendemoshoy.com,» 26 Marzo 2012. [En línea]. Available: http://queaprendemoshoy.com/%C2%BFque-es-el-paquete-estadistico-spss/.

[7] A. y. R. M. A. Pardo, «es.wikipedia.org,» 2002. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/SPSS.

[8] Cisco, «webex.com.mx,» 2017. [En línea]. Available: https://www.webex.com.mx/faqs.html#carousel-nav1.

[9] Conacyt, «uv.mx,» 2017. [En línea]. Available: https://www.uv.mx/dcadministrativas/conacyt/que-es-conacyt/.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

RESTARANT: APLICACIÓN MÓVIL REALIDAD AUMENTADA ENFOCADA AL SECTOR GASTRONÓMICO

RESTARANT: MOBILE APPLICATION AUGMENTED REALITY FOCUSED ON THE GASTRONOMIC SECTOR

ALEXANDRA ABUCHAR PORRAS
JEIVER DANIEL RAMÍREZ CRUZ
VICTOR MANUEL FORERO PACHÓN
aabucharp@udistrital.edu.co
ing.jdanielramirez@gmail.com
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

Se presenta el desarrollo de un prototipo de aplicación para dispositivos móviles sobre la plataforma Android, con la utilización de herramientas de realidad aumentada; brindando una explicación de las tecnologías y herramientas disponibles hacia los desarrolladores como son; plataformas de desarrollo, Android, Unity y Valgrid. y el proceso de implementación del prototipo utilizando una metodología de desarrollo ágil enfocando el producto a la resolución de un problema en el sector gastronómico – caso de estudio del restaurante Türkiyë Doner Kebab.

PALABRAS CLAVES

Realidad aumentada, dispositivos móviles, Android, Scrum.

ABSTRACT

The Project describes in this document is focused in a mobile devices app prototype development on the Android platform and using the reality augmented tool; Here we give an explanation about the technologies and tools available for developers as are the develop platforms Android, Unity and Valgrid. After that we describe the implementation process of prototype, using an agile development methodology SCRUM, building the product to resolve a problem in the gastronomic sector - our study case is the restaurant Türkiyë Doner Kebab.

Keywords

Augmented reality, mobile devices, Android, SCRUM.

1. INTRODUCCIÓN

En las ciudades del mundo se encuentras diversas opciones gastronómicas entre ellas los restaurantes de comida internacional, por nombrar algunos están el Chalet Suizo, Brasa Brasil, Ali Baba y los 40 Sabores, Gyros Kebab y WOK. El proyecto se lleva en la ciudad de Bogotá se visitaron varios restaurantes, se observó que, aunque se brinda un muy buen servicio por parte de los empleados, y se tienen menús variados para diferentes tipos de gustos, los clientes no tienen suficiente información de los platos gastronómicos que ofertan.

Los meseros ofrecen una recomendación de los platos, teniendo en cuenta si se trata de un grupo grande o pequeño de personas y también están prestos a responder a las preguntas de los clientes, más sin embargo algunos clientes no siempre preguntan por no incomodar.

Se requiere entonces una herramienta o mejora a la herramienta actual (las cartas de los restaurantes), que permitan a los comensales tener una idea más clara de lo que se ofrece por parte de los restaurantes. Una opción ya implementada en otros países para la solución de este problema es el uso de la realidad aumentada.

La realidad aumenta (AR) permite al usuario ver objetos virtuales superpuestos o mezclados en el mundo real [1], este un concepto que viene siendo trabajado desde el año 1993 [2], pero que en la actualidad se empieza a potencializar con el incremento en la accesibilidad que tienen las personas del común por medio de los dispositivos móviles como Smartphone y tabletas , y a las herramientas con que estos dispositivos cuentan como lo son: el acceso a la información de la Internet, cámaras de alta resolución, sistemas de posicionamiento global y sensores de movimiento del propio dispositivo

Es por esto que esta herramienta apunta a ser la adecuada para resolver la falta de información que puede presentar un documento físico [3] como lo puede ser la carta de los restaurantes, y las grandes compañías actuales apuntan a utilizar este concepto para abordar sus proyectos y proyecciones del futuro [4] [5] [6].

Este trabajo se apoya en investigaciones de realidad aumentada y el manejo de dispositivos móviles en para crear el prototipo de una aplicación de realidad aumentada, que sirva de apoyo para brindar información de forma eficaz y novedosa del menú del restaurante. Para este caso de estudio se enfocará al restaurante Türkiyë Doner Kebab, un restaurante de comida turca, ubicado en la ciudad de Bogotá, sector chapinero.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Para el desarrollo de prototipo de aplicación móvil se estudiaron dos casos previos, de los cuales el primero presenta similitud en cuanto a la tecnología a implementar (componentes de realidad aumentada) y el segundo en cuanto a la metodología usada (SCRUM). Se tomaron estos caos por ser casos de éxito en el área de ingeniería de software.

2.1. Digital Pet

Este proyecto corresponde al desarrollo de un prototipo de aplicación de realidad aumentada como un juego de mascota digital al estilo “Tamagotchi” [7]. En este caso muestran el diseño y animación de un cerdito y su proyección sobre una marca definida por los integrantes del proyecto. El artículo también describe una

serie de pasos para el desarrollo de este prototipo que son de ayuda en el desarrollo delo propio proyecto: Lanzar Unity y cargar el complemento

Vuforia.

1. Usar el material agregándolo al Proyecto de librería Unity.
2. Identificar la marca y agregarla al Proyecto Unity.
3. Identificar el mapa base que aparecerá en la escena.
4. Agregar el modelo que aparecerá en la escena.
5. Agregar botones para definir acciones en el programa.
6. Programar funcionalidades.
7. Compilar, instalar en el ambiente Android y realizar pruebas.

2.2. EngGame.

El equipo de EngGame busca en su investigación una metodología para llevar a cabo el desarrollo de un juego educativo, enfocado en el factor "diversión" para esto toma como base las metodologías de desarrollo ágiles. Inicialmente se propone XP, la cual se enfoca en la tecnología del proyecto y SCRUM la cual se enfoca en la parte administrativa del mismo. De aquí obtienen la metodología Game-Scrum, una metodología que utiliza las dos anteriores, adaptándolas con experiencias de profesionales y enfocada a desarrolladores con poca o nula experiencia en desarrollo de juegos [8]]. Para la implementación del juego se divide en 3 etapas: Pre-producción, Producción y Postproducción. En la primera de estas 3 se descubre el juego, su factor "diversión" y define la dirección que tomará en la fase de producción, para esto se realiza la documentación del diseño y lo que sería para SRUM la definición de las historias de usuario. En la fase de producción se convierte la definición en tareas para el back log, y en cada iteración se revisan y definen las prioridades de ese back log de tareas. Estas tareas son desarrolladas durante los sprint, pero se tiene en cuenta que, al trabajar con grupos de diversos artistas en una línea de producción, es requerido dar un enfoque diferente. Uno en el que tal vez no se tengan todas las tareas finalizadas al tiempo de completar el sprint, pero permita un flujo continuo de trabajo de un sprint a otro.

Finalmente, en la fase de pos-producción se hace una revisión como lo hace SCRUM del producto alcanzado al cierre del sprint, pero enfocando esta revisión en el factor "diversión" al cual apunta el desarrollo de un juego.

3. PROBLEMA A SOLUCIONAR

En la carta de restaurantes especializados en comida internacional donde se listan los platos, no se tiene claridad del producto que se desea en cuanto a su presentación, tamaño de la porción, calorías entre otras cosas. Lo que ocasiona en algunos clientes insatisfacción en el servicio.

Esta insatisfacción se posiblemente se deba a que estos restaurantes ofrecen comida extranjera, la cual es desconocida para muchos clientes y a veces tienen una expectativa diferente de los platos que piden o simplemente no conocen lo que están pidiendo, ni sabes cómo son las porciones. Actualmente se pide asesoría de los meseros o algunos clientes utilizan sus Smartphone para hacer consultas en internet sobre el plato que van a pedir, pero no todos consideran estas ideas o no adquieren suficiente información. Es por esto que como solución a esta problemática se plantea una forma novedosa de presentar los platos a los clientes del restaurante, de una manera más interactiva, con información más precisa que la las cartas tradicionales que se ofrecen actualmente a los clientes.

Los restaurantes como empresa buscan aumentar el número de clientes a fin de mejorar los ingresos. El uso de herramientas tecnológicas permite a las empresas tener una ventaja competitiva. Algunos restaurantes ya utilizan herramientas para promocionar y acercar más los productos a sus clientes, como los son las principales apps de domicilios [9] o las páginas web donde presentan los menús y sedes de sus restaurantes [10].

Como lo menciona el artículo de Cristian Rioja "La carta de un restaurante es un elemento fundamental al que hay que prestar mucha atención, ya que de ella depende en parte que el cliente quede satisfecho o no con el plato elegido y por tanto disfrute de la experiencia o por el contrario no quiera volver" [11] este es un elemento que no ha sido explotado por completo desde el ámbito tecnológico.

La investigación busca aplicar la realidad aumentada para mejorar la experiencia de los clientes en un restaurante, utilizando los dispositivos móviles con los que cuentan personas del común aumentando la información que se presentan en la carta tradicional. Además, no solo requiere de la aplicación de técnicas ya conocidas para el modelamiento y presentación de información al usuario, sino que busca indagar cómo llegar a ofrecer la mayor utilidad para los usuarios, ofreciéndoles una facilidad de uso y una interactividad acorde al problema que se quiere contrarrestar.

4. DESARROLLO RESTARANT

Para la implementación del prototipo se dividió según SCRUM el tiempo en Sprint de 2 semanas cada uno, y tomando en cuenta el tiempo requerido para la entrega del proyecto se tomaron 5 sprint para el desarrollo. A continuación, se expondrá el desarrollo de cada etapa.

4.1. Etapa de Planeación.

Durante la primera etapa se definieron elementos de diseño de la aplicación y aspectos importantes de imagen como la elección del nombre y colores que se manejan (Imagen 1). Y también se hizo la instalación de los ambientes de desarrollo para la aplicación Android y para la realidad aumentada, para esto se hizo revisiones en internet del proceso de realidad aumentada y se encontraron unos muy útiles tutoriales en el canal de YouTube "Edgaras Art" y la página web Our Tech Art.
[12].

Imagen 1. Diseños Menú y Nombre Aplicación.

4.2. Etapa de Exploración

Durante esta etapa se implementaron algunos ejemplos de realidad aumentada imagen2, y se realizaron algunas encuestas a usuarios sobre que funcionalidades les gustaría tener en una aplicación, para mejorar la experiencia y tener información realmente útil.

Imagen 2. Hamburguesa RA

4.3. Etapa de Desarrollo.

En la etapa de desarrollo, se adicionaron a las historias de usuario algunas sugerencias de los usuarios de la aplicación y se diseñaron y agregaron a la aplicación las bebidas, platos y combos. Por otro lado, se tuvo una reunión con el gerente del restaurante para presentar los avances y recibir las sugerencias que este y sus empleados pudieran tener sobre la aplicación. Se habló de la forma de pago que utilizarán los clientes que usen la app y los procesos de seguridad a llevar a cabo con la información de los platos recibida. En la siguiente imagen (Imagen 3) se muestran los platos implementados.

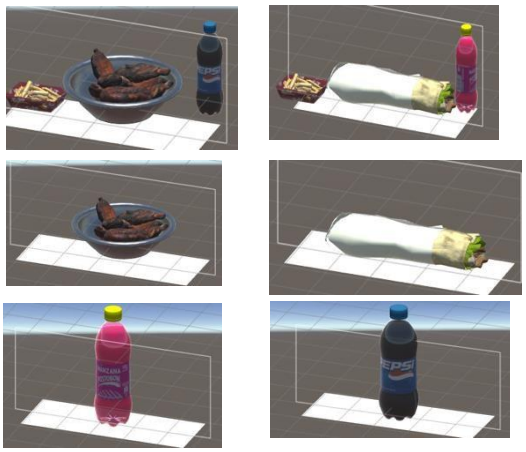


Imagen 3. Platos modelados 3D para RA.

4.4. Etapa de Unificación

Durante esta etapa se hizo la unificación de las aplicaciones en la aplicación final Android, se agregó la información a los platillos y se implementó la navegabilidad en la aplicación, se tuvo en cuenta los

comentarios recibidos por parte del restaurante para la planeación de los sprint finales y el acotamiento del alcance del proyecto. En la imagen 4 se pueden ver pantallas de la aplicación.

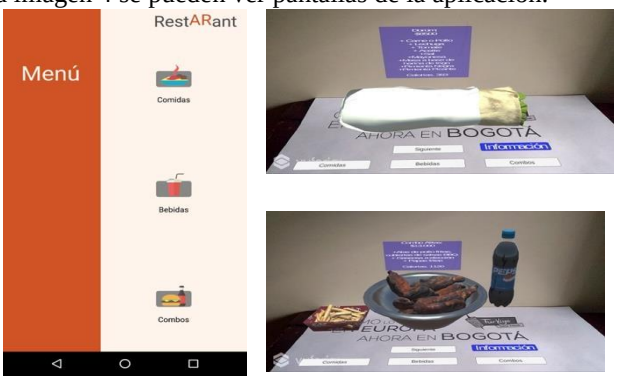


Imagen 4. Pantallas RestARant

4.5. Etapa de Refinamiento.

Durante esta etapa se realizó la funcionalidad de carrito de compras y envió del pedido al correo del restaurante. También se realizó la carga de la aplicación a la tienda Play Store para descarga de los usuarios de la tienda y se hizo el diseño del mantel (Imagen 5) para el restaurante sobre el cual se va a proyectar el menú y que es indispensable en cada mesa para interactuar con la aplicación.

Imagen 5. Mantel Restaurante Türkiyë Doner Kebab

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1. Conclusiones

Como resultado del proceso de investigación se encontró que los usos de la realidad aumentada son numerosos y su aprovechamiento es un factor al que le están apuntando las grandes empresas a nivel mundial [4] [5] [6]. Además de esto se descubrió que el desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada no es un proceso tan complejo en la medida en que ya existe un trabajo incremental desarrollado por grandes plataformas como Unity y Vuforia [7].

Lo que lleva a proponer que es una herramienta disponible a implementar en la industria colombiana, para diferentes servicios al cliente, no solo en el sector gastronómico sino también en turismo, educación, medicina, etc. Debe tener en cuenta la aplicación de la realidad aumentada pues está permite impulsar a tener una ventaja competitiva en el sector tecnológico.

5.2. Trabajos de investigación futuros

Como trabajos de investigación futuros se propone el desarrollo de una herramienta para modelar los objetos 3D a partir de fotografías hechas desde celulares, dado que el modelado manual requiere mayores esfuerzos y costos para el proyecto, es poco reutilizable cuando se cambia de un restaurante a otro, y aunque ya existe este tipo de herramientas los archivos generados son muy pesados para utilizar en dispositivos móviles con escasos recursos de almacenamiento y memoria RAM.

REFERENCIAS

[1] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6,* pp. 355385, Agosto 1997.

[2] P. Wellner, W. Mackay and R. Gold, "Back to the real world," *Communications of the ACM - Special issue on computer augmented environments,* vol. 36, pp. 24-26, Julio 1993.

[3] W. E. Mackay, "Augmented Reality: Linking real and virtual worlds A new paradigm for interacting with computers," *Proceeding AVI '98 Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces,* pp. 13-21, 1998.

[4] E. f. s. Samsung, "Megusta.mobi," 31 Enero 2014. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v= GBvAAs_kb2Y. [Accessed 06 Octubre 2016].

[5] E. f. s. Microsoft, "Alejandro Alonso," 7 Octubre 2009. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v= khdkRvcDgGI. [Accessed 6 Octubre 2016].

[6] L. c. d. f. Panasonic, "TEC," 29 Diciembre 2014. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v= YqSGK-Az7eA. [Accessed 6 Octubre 2016].

[7] C.-F. Lin, S.-W. Lo, P.-S. Pa and C.-S. Fuh, "Mobile Application Design of Augmented Reality – Digital Pet,", vol. 18, no. 3, pp. 21-30, 2012.

[8] A. Godoy, "Game-Scrum: An Approach to Agile Game Development," *Computing Track - Short Papers,* vol. IX SBGames, pp. 292-295, 8-10 Noviembre 2010.

[9] C. Ortega, "5 aplicaciones para ordenar comida a domicilio en Colombia," 6 Enero 2017. [Online]. Available: http://www.youngmarketing.co/5aplicaciones-para-ordenar-comidaque-debe-descargar/. [Accessed 16 Abril 2017].

[10] D. Coquillat, "35 páginas webs de restaurantes para tu inspiración," 6 Febrero 2013. [Online]. Available: http://www.diegocoquillat.com/35paginas-webs-de-restaurantes-paratu-inspiracion/. [Accessed 16 Abril 2017].

[11] C. Rioja, "10 elementos imprescindibles en la carta de un restaurante," 4 Marzo 2016. [Online]. Available: http://www.diegocoquillat.com/10elementos-imprescindibles-en-lacarta-de-un-restaurante/. [Accessed 16 Abril 2017].

[12] Contribución-Pública, "OurTechArt," 2012. [Online]. Available: https://www.ourtechart.com/augmented-reality/. [Accessed 30 04 2017].

[13] D. v. Krevelen and R. Poelman, "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations," *The International Journal of Virtual Reality*, pp. 1-20, 02 Septiembre 2010.

[14] E. FitzGerald, A. Adams, R. Ferguson, M. Gaved, Y. Mor and R. Thomas, "Augmented reality and mobile learning: the state of the art," *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 955, pp. 62-69, 2012.

[15] H.-K. Wu, S. W.-Y. Lee, H.-Y. Chang and J.-C. Liang, "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education," vol. 62, pp. 41-49, Marzo 2013.

[16] T.-L. Chou and L.-J. Chanlin, "Augmented Reality Smartphone Environment Orientation Application: A Case Study of the Fu-Jen University Mobile Campus Touring System," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 46, pp. 410-416, Diciembre 2012.

[17] C. Rioja, "10 elementos imprescindibles en la carta de un restaurante," 6 Octubre 2016. [Online]. Available: http://www.diegocoquillat.com/10elementos-imprescindibles-en-lacarta-de-un-restaurante/. [Accessed 4 Marzo 2016].

[18] C. A. Ortega, "5 aplicaciones para ordenar comida a domicilio en Colombia," 4 Junio 2016. [Online]. Available: http://www.youngmarketing.co/5aplicaciones-para-ordenar-comidaque-debe-descargar/. [Accessed 6 Octubre 2016].

[19] D. Coquillat, "35 páginas webs de restaurantes para tu inspiración," 6 Febrero 2013. [Online]. Available: http://www.diegocoquillat.com/35paginas-webs-de-restaurantes-paratu-inspiracion/. [Accessed 6 Octubre 2016].

[20] G. Santos, "Empezando con Scrum," 15 Mayo 2013. [Online]. Available: http://comunidad.iebschool.com/scru menaccion/2013/05/15/empezandocon-scrum/. [Accessed 7 Noviembre 2016].

[21] L. Chi-Fu, L. Sheng-Wen, P. Pai-Shan and F. Chiou-Shann, "Mobile Application Design of Augmented Reality – Digital Pet," vol. 18, no. 3, pp. 21-30, 2012.

[22] A. Godoy and E. F. Barbosa, "GameScrum: An Approach to Agile Game Development," *SBC - Proceedings of SBGames*, vol. IX, pp. 292-295, 8-10 Noviembre 2010.

[23] I. Velez-Pareja, "Sequential Decisions: Decision Trees (Arboles De Decisión)," 2003.

[24] neuronilla.com, "Brainstorming o Lluvia de Ideas," [Online]. Available: http://www.neuronilla.com/brainstor ming/. [Accessed 30 04 2017].

[25] J. C. Garcia R. and E. L. Medina, "Los 'millennials', una población marcada por la tecnología," *El Tiempo*, pp. 2324, 27 01 2016.

[26] The Open Group, Archimate 2.0 Specification, Berkshire, UK, 2012.

[27] International Society for Presence Research, "A new age of VR involving all five sense," 02 08 2016. [Online]. Available: https://ispr.info/2016/08/02/a-newage-of-vr-involving-all-five-senses/. [Accessed 09 05 2017].

[28] H. López Pombo, "Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada," Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2010.

[29] O. Bimber and R. Raskar, "Modern Approaches to Augmented Reality," in *ACM SIGGRAPH 2006 Courses*, Boston, Massachusetts, 2006.

[30] H. J. Cardozo, "Realidad Virtual," Universidad Católica Agentina, Buenos Aires, 2004.

[31] C. Gonzales, D. Vallejo, J. Albusac and C. José, Realidad Aumentada Un enfoque práctico con ARToolKit y Blender, Ciudad Real: Bubok Publishing S.L., 2012, pp. 3-5.

[32] Centro de Análisis y Prospectiva Gabinete Técnico de la Guardia Civil, "Nota del Futuro - Google Glass," 2014.

[33] Google, "Android, the world's most popular mobile platform," Google Inc., [Online]. Available: https://developer.android.com/about /android.html. [Accessed 09 05 2017].

[34] Unity, "El software líder a nivel mundial en la industria de los juegos," [Online]. Available: https://unity3d.com/es/publicrelations. [Accessed 09 05 2017].

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

VIGHUB: HERRAMIENTA PROTOTIPO PARA EL APOYO DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN EL CAMPO DE DESARROLLO DEL SOFTWARE

CARLOS GIOVANNY HIDALGO SUAREZ

RESUMEN

El artículo presenta un software prototipo de Vigilancia Tecnológica (VT) apoyada de técnicas computacionales de inteligencia artificial; capaz de extraer, analizar, procesar y visualizar datos de la plataforma colaborativa GitHub; el propósito central es el de ayudar a la toma de decisiones, gestión del conocimiento y la creación de estrategias en innovación e investigación del desarrollo de software. En el artículo se describen las bases conceptuales que fundamentan el desarrollo del prototipo VigHub evidenciando la importancia para el campo científico-tecnológico, además se da a conocer el modelo de vigilancia tecnológica que implementa el prototipo, así como la descripción de los componentes y funciones del prototipo VigHub. Finalmente se presenta un caso de estudio para validar la integridad de los datos producidos por el prototipo.

PALABRAS CLAVES

GitHub, Procesamiento de información, Producción de conocimiento, Repositorios de datos, Vigilancia Tecnológica (VT), recuperación de información, agrupamiento de datos, aprendizaje automático, visualización de datos.

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios constantes en el desarrollo de software, en las tecnologías de acceso a la información y adelantos tecnológicos, obliga a los académicos, investigadores, empresarios e industria a tomar decisiones para adaptarse al entorno, lo que implica transformaciones y adaptaciones en un entorno con alto grado de incertidumbre, donde la toma de decisiones y la gestión del conocimiento, constituyen elementos claves. Como apoyo a lo anterior se ha desarrollado una herramienta de software prototipo que realiza el proceso de Vigilancia Tecnológica (VT) apoyada en técnicas computacionales de inteligencia artificial; capaz de extraer datos de la plataforma colaborativa GitHub, procesarlos, analizarlos y posteriormente obtener clasificación, agrupación, predicción, representación y visualización de información que permita la creación de estrategias y toma de decisiones en el desarrollo de software.

Se desarrolló el prototipo VigHub teniendo en cuenta las necesidades del campo del desarrollo de software; se desarrolló un modelo de VT basado en la literatura, el cual da paso a la construcción de la herramienta prototipo que se basa en micro servicios implementa técnicas de inteligencia artificial con el fin de darle mayor validez a los resultados.

El trabajo parte de los desarrollos previos de la herramienta VigTech (Bucheli & González, 2007). El prototipo VigHub está desarrollado bajo la arquitectura basada en microservicios a través de contenedores (Pérez-Herrera Cuadrillero, 2015) y para su construcción se basa en un modelo de VT desarrollado a partir de la literatura. La plataforma trabaja con datos semi-estructurados de la plataforma GigHub. Integra técnicas de procesamiento del lenguaje natural

(PLN, por sus siglas en español), recuperación de información (IR por sus siglas en inglés), aprendizaje automático (ML, por sus siglas en inglés) y reconocimiento de nombres de entidades (NER por sus siglas en inglés) capaces de extraer características que no son comunes a simple vista. Adicionalmente, construye automáticamente indicadores bibliométricos, permitiendo a los usuarios monitorear cambios en tendencias del desarrollo de software. En la búsqueda preliminar para realizar este artículo no se encontró actualmente ningún desarrollo que permita hacer uso de los datos de la plataforma GitHub con esta meta.

El artículo está organizado de la siguiente manera: consideraciones preliminares e importancia del prototipo para el campo científico-tecnológico, modelo de VT para el prototipo, selección de fuente de datos para el prototipo de VT, técnicas computacionales de inteligencia artificial implementadas en el prototipo, arquitectura y desarrollo, valoración de herramientas de VT similares al prototipo y por ultimo cómo se cumplieron los requisitos para construir el prototipo y el caso de estudio. En las secciones siguientes se consideran los resultados de las pruebas y se dan las conclusiones del proyecto.

2. VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

El concepto de VT se atribuye a la identificación de un problema a resolver, de tendencias tecnológicas, tendencias de mercados, actores relevantes respecto a técnicas, productos, derechos de propiedad intelectual involucrados, etc. Es decir, VT no es solo identificar un problema a resolver, sino que es una metodología sistematizada para la obtención de información respecto al estado actual y ejecución del desarrollo científico-tecnológico, a partir de la recopilación de datos procedentes del interior y del entorno de la organización con el fin de generar reportes que orienten la toma de decisiones de forma acertada, manteniendo un monitoreo constante de los cambios producidos en los datos procesados, con el fin de actualizar la información (Back, Kovaleski, & Junior, 2015).

Autores como Ashton y Klavans; Rodríguez, Vargas y Castellanos, entre otros como se menciona en (León López, Castellanos Domínguez, & Montañez Franco, 2008) y (León, Castellanos, & Vargas, 2006b), han formulado modelos de vigilancia, que pueden ser resumidos en cuatro fases (Planeación, identificación, Procesamiento y comunicación). El esquema que representa el ciclo de la VT muestra que el proceso requiere la adquisición de información tanto del interior como del exterior de un campo para proyectarla, de manera tal que permita sustentar adecuadamente la toma de decisiones de acuerdo con las necesidades organizacionales. Cada fase contiene procesos, tareas, elementos, consideraciones y características que llevan a que su ejecución se realice de manera adecuada.

Entre los modelos creados de VT el de Ashton y Klavans en 1997, se fundamenta en un proceso de retroalimentación con la nueva información dependiendo la necesidad que la organización identifique. Por su parte, Rodríguez en 1999 presenta un modelo que evoluciona desde la necesidad identificada hasta la generación de conocimiento, haciendo énfasis en la difusión de resultados con claridad, pertinencia y atractivo para quienes beneficie. Finalmente, Vargas y Castellanos en 2005 plantearon un proceso de VT centrado en el análisis de fuentes documentales como las bases de datos, donde el diseño de estrategias conduce a generar impactos en distintas áreas (Ahumada Tello & Perusquia Velasco, 2016). A partir de los tres modelos mencionados se puede recopilar y formar nuevos modelos de VT sin perder el objetivo que proponen los autores mencionados.

3. VT PARA EL PROTOTIPO VIGHUB

A partir de la elección de la fuente de datos de la plataforma colaborativa GitHub, y tomando los modelos propuestos en la literatura se construye un modelo (Fig. 1) para implementar en el prototipo VigHub, capaz de interpretar el ciclo de la VT con los datos que se tomen de la plataforma GitHub.

Fases del ciclo de VT	Modelo VigHub
Fase I - Planeación	**Necesidad de la información**: extraer datos relevantes de la plataforma GitHub, para obtener productos y/o tecnologías de software más relevantes. - Estudio previo de la consulta o consultas que se va a realizar y que se pretende saber
Fase II - Identificación	**Fuente de información:** extraer los datos más importantes para conocer los las tendencias. Con el GitHub API v3 (del inglés: Application Programming Interface) tiene dos formas de hacer consultas; en primer lugar a usuarios registrados en la plataforma GitHub, donde trae 30 datos entre los que encontramos: nombre de usuario, dirección web, avatar de usuario, tipo de usuario, ubicación, correo, entre otras. En segunda opción; consultas a repositorios alojados en la plataforma GitHub donde se puede obtener 69 datos entre los más relevantes para este artículo son: descripción, número de copias, fecha de última actualización, lenguaje en el que se desarrolló, número de colaboradores, equipos, estrellas, score, tamaño y problemas.
Fase III – Organización, depuración, procesamiento y análisis de la información	**Medio de acceso a las fuentes (Extracción):** a través de técnicas computaciones como PLN, ML, DM se obtiene agrupación, clasificación y predicción de datos; los cuales muestran información que es relevante como: tendencias de tema, organizaciones involucradas, que puntuación tiene un usuario o tema, año de creación de un tema, lenguaje tendencia, etc.
Fase IV - Proceso de comunicación y toma de decisiones.	**Acciones derivadas (Visualización de datos):** a través de librerías con soporte para visualizar se toman los datos de la Fase III y se construyen automáticamente indicadores bibliométricos, permitiendo a los usuarios monitorear cambios en tendencias del desarrollo de software. **Entornos de interés:** Campo científico-tecnológico – desarrollo de software, academia. Comunicación: se generan reportes en PDF con las consultas, análisis y visualización con el fin de compartir el conocimiento a otros interesados Toma de daciones: a través de las visualizaciones se pueden crear estrategias para sacarle más provecho a una tecnología o desarrollo de software.

Fig. 1. Modelo de Vigilancia Tecnológica para el prototipo VIGHUB

La validez de los resultados del modelo de VT propuesto depende de la cantidad de información, la forma en que procese y el análisis que se realice; es por este motivo que se hace uso de técnicas computacionales que soporten eficientemente cada fase de la VT y de esta manera reducir el tiempo de análisis, mejora en el proceso y visualización de los datos. En el prototipo VigHub Se integra técnicas computacionales de procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje automático, minería de datos y visualización de datos (PLN, ML, DM y DV respectivamente por sus siglas en inglés); que se explicarán con mayor detalle a continuación.

4. ELECCIÓN DE FUENTE DE DATOS (IDENTIFICACIÓN)

Un factor importante dentro de la VT son las fuentes de datos; existen tres tipos las cuales los sistemas de VT se alimentan; documentos científicos (Díaz & García, 2015), (Vallez & Pedraza, 2007), (Radicati & Yamasaki, 2012), patentes (León et al., 2006b), (Delgado López-Cózar & Jiménez-Contreras, 2015) y datos no estructurados, estos últimos pueden ser datos empresariales, académicos o personales. Para este articulo los datos semi-estructurados de la plataforma colaborativa GitHub serán la fuente de alimentación para el prototipo VigHub. Estos datos contienen información de desarrollos tecnológicos que al realizar VT sobre ellos se podría obtener información para obtener nuevas tecnologías o mejoras de proyectos en proceso, además de conocer posibles cooperadores, empresas interesadas y estados actuales de desarrollos campo científico-tecnológico.

Para la elección de trabajar sobre la plataforma colaborativa GitHub, se ha realizado una breve investigación en la literatura sobre la cantidad de datos y proyectos haciendo referencia a (García, 2001), (Delgado López-Cózar & Jiménez-Contreras, 2015) y (Villalba Gómez, 2015) se encontró que la base de datos de GitHub es una de las más grandes a nivel mundial. Se identificó que las plataformas más relevantes en el desarrollo de software son: git, mercurial y subversión. Estas tres aún están activas, se adaptan a varios

sistemas operativos y son de código libre; esto concuerda con las plataformas más utilizadas según (Moreno et al., 2014), donde especifica que los sistemas GitHub y Apache son los más populares, siendo los que mayor número de desarrolladores de software tienen registrados y mayor cantidad de proyectos colaborativos tienen almacenados.

La plataforma GitHub cuenta con un buscador y que permite filtrar información que funciona bien, pero no da mayor información, como generar visualizaciones que permitan crear estrategias o tomar decisiones en el desarrollo de un nuevo producto, siendo esto una debilidad para el usuario de no tener la posibilidad de conocer el estado de desarrollo o estado del arte aproximado de una tecnología específica. Continuando la idea por ello se pensó en desarrollar el prototipo VigHub, como una ayuda a los usuarios de plataformas como GitHub que empiezan un proyecto de software o investigación en un tema científico-tecnológico y aún no saben si están invirtiendo en algo que ya existe o que tiene cierto avance, el prototipo podría facilitar la dirección del proyecto o investigación.

5. TÉCNICAS COMPUTACIONALES EN EL PROTOTIPO VIGHUB(PROCESAMIENTO)

Con el propósito de abordar nuevos paradigmas tecnológicos que evidencian la necesidad de contar con soportes para tomar decisiones en la actividad académica y/o empresarial, deben ser capaces de considerar la información cualitativa; transformarla y difundirla en información cuantitativa fácil de comprender; por ello se han implementado en el prototipo diversas técnicas de Inteligencia Artificial (IA) capaces de producir modelos estadísticos y computacionales que asistan en la creación de estrategias y toma de decisiones en la solución de problemas científico-tecnológicos (León, Castellanos, & Vargas, 2006a).

Para integrar en el prototipo VigHub diferentes tecnologías que den soporte adecuado al modelo de VT se ha considerado implementar algoritmos computacionales que proporcionen datos enriquecidos con facilidad de análisis.

Para definir qué técnica computacional se debe implementar en VigHub se toma los datos no estructurados de la plataforma GitHub y sobre estos se han prueban 4 técnicas de inteligencia artificial con el fin de tener la confianza que se encontrara datos que no se pueden conocer a simple vista. A continuación se explican los 4 procesos que se desarrollaron.

Proceso 1

A través de técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN por sus siglas en inglés), donde se puede a partir de pre-procesamiento de datos encontrar características similares (palabras claves) entre una cantidad de datos, que arrojarían información relevante en una consulta, como: personas que trabajan una tecnología particular, país, año, herramientas, algoritmos, lenguajes, colaboradores, entidades, palabras claves, etc.

Dentro de las aplicaciones de PLN, la forma tradicional de búsqueda de información es la recuperación de información (IR por sus siglas en inglés) y reconocimiento de nombres de entidades (NER por sus siglas en inglés) donde el usuario especifica los criterios que deben satisfacer los datos por lo general son palabras claves y el sistema debe proporcionar los datos. En este método no se seleccionan datos; se ordenan las palabras claves según la relevancia con que aparezcan de acuerdo a los criterios que se han puesto con anterioridad (Díaz & García, 2015).

Para llevar a cabo el proceso de PLN en los datos extraídos tendrán que ser evaluadas por 4 tareas según (Vallez & Pedraza, 2007) de Pre-procesamiento.

a. Limpieza de datos, es el tratamiento adecuado de los segmentos del archivo que recibe tales como: caracteres especiales, marcaje del formato, fórmulas, letras mayúsculas y minúsculas, etc.

b. Determinación de elementos textuales (tokenizing en inglés) implica convertir el texto de letras a cadenas que formen palabras que tengan sentido. Es compleja esta tarea ya que se identifican oraciones que tienen niveles dentro del texto.

c. NER, es la etapa donde se unen varias palabras en una sola que es el nombre de un concepto u objeto; por ejemplo. Universidad del Valle sede Cali, se tratará como una sola palabra que refiere a una universidad correspondiente y es sinónima de la ciudad de Cali. Se aplican las mismas aclaraciones que en la determinación de elementos textuales; una oración puede tener cierta ambigüedad.

d. Eliminación de ruido (stopwords en inglés). Para ciertas aplicaciones, las palabras sin contenido semántico, tales como las palabras que aparecen con mayor frecuencia, no aportan casi nada al desempeño del sistema y pueden perjudicarlo.

Proceso 2

Las anteriores tareas han realizado caracterización de los datos no estructurados de la plataforma GitHub, pero aún no se han encontrado relaciones entre estos, para realizar esto se hace uso de métodos como Aprendizaje Automático (ML por sus siglas en inglés) capaces de aprender y encontrar relaciones entre los términos encontrados en el pre-procesamiento, como: palabras claves, texto, frases, usuarios, países, etc.

Una de las tareas del ML dentro de VigHub es: "intentar extraer conocimiento sobre algunas propiedades no observadas de un objeto basándose en las propiedades que sí han sido observadas de ese mismo objeto (o incluso de propiedades observadas en otros objetos similares)" (Belloch, 2012). Para el caso del prototipo VigHub después de haber aplicado las tareas de PLN se tiene palabras claves, temas relevantes, lenguajes de tendencia, etc; al aplicar ML se puede predecir el desarrollo de un nuevo proyecto software según el lenguaje de programación y estimando un tiempo de terminación, esto arrojara un modelo capaz de evaluar la fiabilidad de la predicción y si es viable o no realizar el proyecto.

Proceso 3

Como apoyo a las anteriores técnicas computacionales se implementa minería de datos (DM por sus siglas en inglés) en el prototipo VigHub, con el fin de apoyar al tratamiento de datos, una vez los datos etiquetados y clasificados es preciso aplicar descripciones a través de agrupamiento (Clustering en inglés); clasificar usuarios, lenguajes y proyectos.

Para realizar MD se realizan 6 tareas que se encuentran descritas en (Ruiz-Pérez, 2015), que han sido adaptadas para el prototipo VigHub.

a- Entendimiento del problema: se trata de conocer el problema, las necesidades de la actividad y cuales datos se tienen disponibles.

b- Entendimiento de los datos: hay que saber qué significan los datos, caracterizarlos, qué tipo de valores toman, qué utilidad futura pueden tener y saber si están bien capturados o no.

c- Preparación de datos: sobre cómo guardar los datos, en filas y columnas, en esta etapa se diseña un modelo entidad-relación de la base de datos para saber cómo se relacionaran los datos y obtener el mejor provecho de estos.

d- Modelamiento: una vez se tienen los datos organizados se definen los algoritmos que se van a utilizar para tratar los datos. Los datos nos devolverán información útil.

e- Evaluación: los resultados obtenidos se verifican que estén libres de errores y se procede a ratificar que son útiles para los objetivos perseguidos.

f- Despliegue: una vez se tiene automatizada la captura y tratamiento de datos para obtener unos resultados, se integra con la herramienta VigHub y sus diferentes implementaciones, con el fin de tener la aplicación funcional que permita generar las agrupaciones para la toma de decisiones del ámbito científico-tecnológico.

Proceso 4

Por último se integra al prototipo VigHub visualización de datos (DV por sus siglas en inglés), Mediante esta técnica, la información se vuelve amigable al usuario, produce un impacto y comunica ideas complejas de manera sencilla. Las visualizaciones expresivas permiten dejar atrás los gráficos estáticos para crear vistas de datos polifacéticos y explorar todas las dimensiones.

Para implementar se hace uso de librerías de graficación (librería D3.js y GoogleChart) desarrolladas en lenguajes como JavaScript y Python (Zhu, 2012), que permiten crear esquemas vistosos que atraen la atención del usuario y comunique el estado actual de una consulta especifica.

Realizar VT sobre plataformas de software es cada vez más necesario para aquellas entidades que actúan sobre el entorno científico-tecnológico en donde los cambios se producen de forma acelerada y si los sistemas no están en constante actualización se pueden quedar obsoletas en poco tiempo, si no se es capaz de predecir la evolución de la tecnología y las estrategias de los competidores. En la Fig. 2 se muestra la capa lógica del prototipo donde se evidencia los procesos antes mencionados

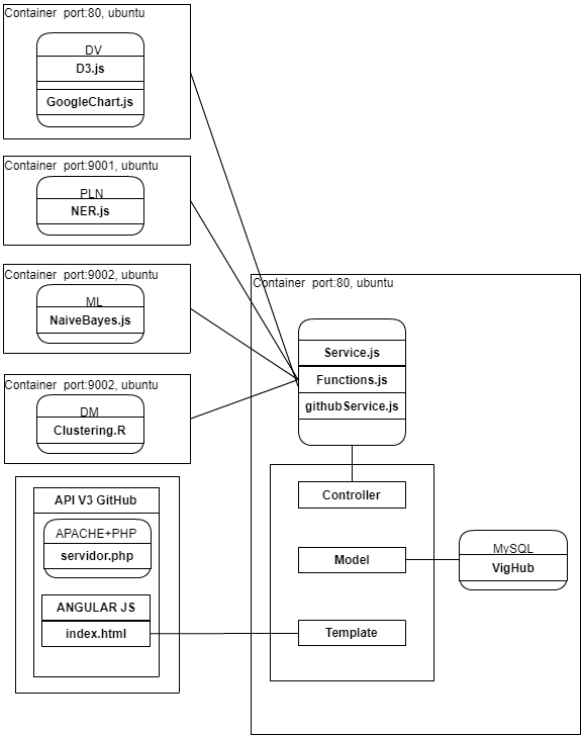


Fig. 2. Capa lógica de VigHub

6. ARQUITECTURA Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO GITHUB

El prototipo VigHub es desarrollado tomando como base la herramienta VigTech (Bucheli & González, 2007), esta herramienta de software apoya la VT. La herramienta permite encontrar relaciones cognitivas y sociales en un conjunto de documentos extraídos de una base referencial tal como SCOPUS, además de agrupar varias técnicas computacionales para llevar a cabo las fases de la VT.

El prototipo VigHub es una aplicación web desarrollada en Angular.js capaz de buscar, extraer, analizar y visualizar datos de la plataforma GitHub de forma automatizada, haciendo uso de un modelo de VT, que es apoyado de técnicas de IA para encontrar datos relevantes en consultas específicas en el estudio de desarrollo de software científico-tecnológico.

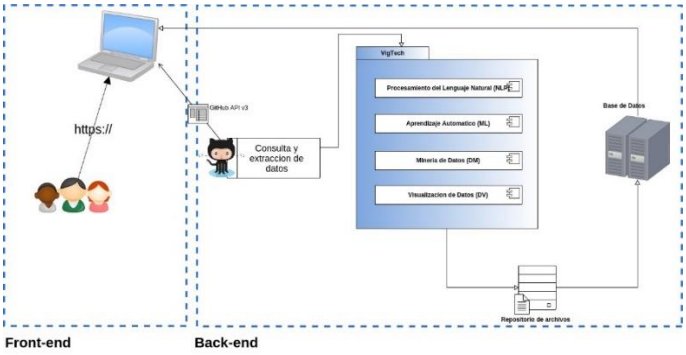


Fig. 3. Diagrama de componentes

Fase 1) consulta y recuperación de información: en esta fase el sistema hace uso del API de GitHub para extraer los datos con los cuales se empezara a realizar el procesamiento.

fases 2) se crea un archivo con los datos recuperados en la fase 1; se les da una estructura de llave valor en formato JSON (JavaScript Object Notation).

fase: 3) se encarga de procesar el archivo JSON, se ejecuta el proceso de PLN (proceso 1, ítem VI), donde se toman los valores más importantes, seguido a esto el sistema procesa la técnica de DM (proceso 3, ítem VI) donde se forman las agrupaciones (clustering) por tema, usuarios y lenguaje de programación, se procede a hacer uso de DV (proceso 1, ítem 4) a través de librerías para graficar con D3.js y GoogleChart para realizar gráficos de barras, pastel, histograma y burbujas, por último se ejecuta ML (proceso 2, ítem VI) donde se obtiene un modelo que indica la precisión de la predicción de si un proyecto es viable o no de acuerdo al número de años y el lenguaje que el usuario ingrese. En cada ejecución de estas fases se genera un JSON que se almacena en cache y queda suspendido.

fase 4) se toma el archivo JSON suspendido, se envia y almacena en la base de datos del sistema donde ya quedan datos estructurados y listos para ser consumidos nuevamente por el usuario.

fase 5) se pueden hacer uso de las consultas realizadas que están en la base de datos de cada usuario y cada que se ejecuten se muestran los resultados al usuario, identificando: tendencias y redes de: autores, proyectos, colaboradores, empresas y tecnologías.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para comprobar y validar el prototipo se realizó una prueba piloto donde se muestra la aplicación en su estado funcional, esto se llevó a cabo la consulta específica "sistemas administradores de procesos educativos", donde se quería descubrir preguntas como, ¿Cuantos proyectos relevantes hay?, ¿en qué lenguaje están desarrollados?, ¿Quiénes están desarrollando este tipo de sistemas?, ¿Cuál es la tendencia de desarrollo en este tema?; adicional a esto la empresa estaba interesa en construir un sistema de procesos educativos en una aplicación móvil y nos preguntaron: ¿cuál es la tendencia para desarrollar un aplicación móvil en este tema?. Este tipo de preguntas no sería posible responder sin una herramienta que permita al usuario observar estos datos de manera simple. Para comprobar el funcionamiento de la aplicación se responden las preguntas antes mencionadas y se mostrará en detalle las funcionalidades de VigHub.

Para este caso de estudio se realizaron las siguientes consultas:

1. framework mobile app, 2. framework para el desarrollo de aplicaciones móviles, 3. sistema de procesos educativos, 4. administrador de procesos educativos, 5. gestión de colegios, 6. sistema de administración para educación, 7. Educación, 8. education, 9. administration system for education, 10. school administration.

El sistema toma la última consulta de la lista para empezar el procesamiento de datos y genera:

clustering: de una consulta de 15.000 datos, tanto para el idioma español, como para el idioma ingles; toma los datos, los procesa haciendo uso de lenguaje natural – extracción de palabras claves (keywords), les da la relevancia y los agrupa por tema como se muestra en la Fig. 5, en este caso aparecen los temas más importantes donde el color muestra que tienen algún tipo de similitud ya sea por lenguaje, tema o autores relacionados.

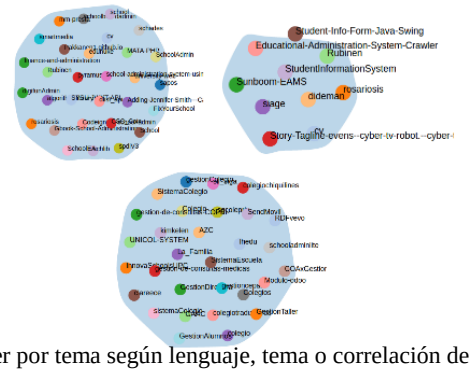


Fig. 4. Cluster por tema según lenguaje, tema o correlación de autores

A través del clustering se forman gráficas descriptivas para el idioma inglés y español Fig. 5, que muestran sobre la consulta; principales usuarios y/o organizaciones, lenguajes de programación, cantidad de copias, cantidad de estrellas y principales de los autores por puntaje.

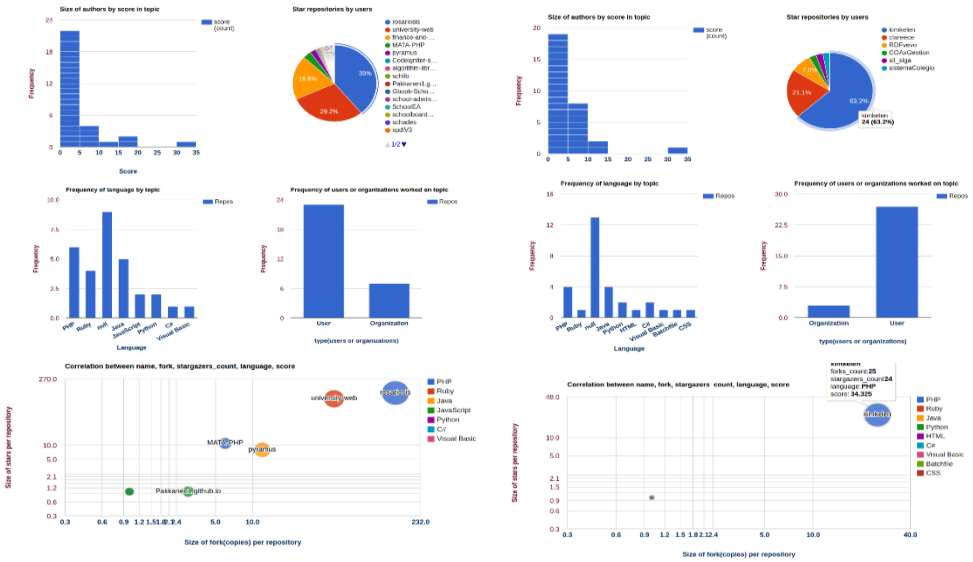


Fig. 5. Graficas descriptivas (Inglés y Español)

Análisis de las Figura 5

Al procesar las diferentes consultas se encontró para el idioma inglés **23** coincidencias relevantes, en la cual se destaca los repositorios con su respectivo lenguaje de programación en el cual son desarrollados: **rosariosis(PHP), university-web(Ruby), pyramus(JAVA), MATA-PHP(PHP);** estos son sistemas de gestion y administracion escolar en su gran mayoría desarrollados por **usuarios no vinculados a entidades u organizaciones** públicas o reconocidas. Para este caso el desarrollo más relevante, con gran similitud a la consulta "sistemas de gestion y administracion escolar" es: el repositorio **rosarios** creado por **francoisjacquet** https://github.com/francoisjacquet/rosariosis

Al procesar las diferentes consultas se encontró para el idioma español **6** coincidencias relevantes, en la cual se destaca los repositorios con su respectivo lenguaje de programación en el cual son desarrollados: **kimkelen(PHP), clareece(C#), RDFvevo(Python);** estos son sistemas de gestión y administración escolar en su gran mayoría desarrollados por **usuarios no vinculados a entidades u organizaciones** públicas o reconocidas. Para este caso el desarrollo más relevante, con gran similitud a la consulta "sistemas de gestión y administración escolar" es: el repositorio **kimkelen** creado por **Desarrollo-CeSPI** https://github.com/Desarrollo-CeSPI/kimkelen

Los lenguajes más influyentes en el desarrollo de este tipo de aplicaciones web o híbridas son desarrolladas en: PHP, Ruby y JAVA. Mientras que para desarrollar apps móviles se encuentra que frameworks del lenguaje **JavaScript y HTML son tendencia en el desarrollo de web-apps,** entre los más relevantes se encuentran **ionic, NativeScript, Framework7, OnsenUI, touchstonejs** como se muestra en la Fig. 6**.**

Por último la empresa S.I.T.I nos preguntaron si sería bueno desarrollar una aplicación móvil para le gestión escolar, el tipo aproximado de desarrollo seria 1 año y el lenguaje PHP con el framework laravel. Para dar solución a esa pregunta el sistema VigHub cuenta con el módulo de predicción el cual en la Fig. 7 muestra que es viable que se realice el desarrollo en PHP en 365 días; el modelo muestra que se ha iterado 10 veces dando una predicción de 88.67% y ha tomado grupos del 20% en cada ejecución.

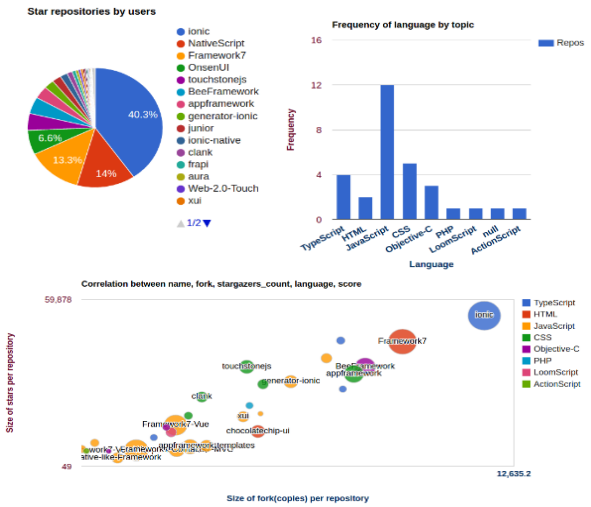


Fig. 6. Graficas descriptivas para apps móviles por lenguaje

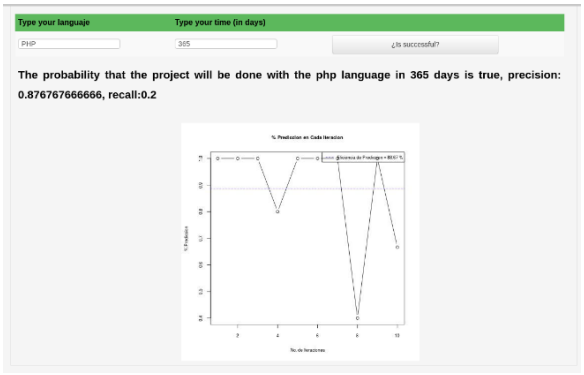


Fig. 7. predicción de VigHub

8. CONCLUSIÓN

Al hacer uso de herramientas, técnicas y métodos computacionales que aporten al proceso de vigilancia tecnológica sobre la información de la plataforma GitHub, se da gran valor para comunidades científicas, académicas, empresariales e industriales. Pueden conocer el actual estado del arte y visualizar la información de una manera significativa para la creación de estrategias y toma de decisiones sobre una tendencia tecnológica o desarrollo específico. El aporte de la herramienta prototipo resuelve en un gran porcentaje las preocupaciones que con frecuencia se presentan cuando se realiza y/o investiga en desarrollo de software como: ¿qué autor, empresa o grupo es el que más publica en los repositorios de software de GitHub?, ¿cuáles son los repositorios, códigos más descargados, copiados, visitados, comentados, citados?, ¿qué lenguajes son los más utilizados para el desarrollo de una tecnología particular?, preguntas que sin la ayuda de herramientas especializadas no se encontraría una respuesta de manera sencilla. Es por esto que el prototipo VigHub ha sido desarrollado para solventar estos problemas al realizar el proceso de vigilancia tecnológica siendo esta herramienta capaz de: captar, procesar y transformar la gran cantidad de datos e información disponible en GitHub en conocimiento útil para la toma de decisiones en las mencionadas comunidades.

REFERENCIAS

Ahumada Tello, E., & Perusquia Velasco, J. M. A. (2016). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. *Contaduría Y Administración*, *61*(1), 127–158.

Back, L., Kovaleski, J. L., & Junior, P. P. A. (2015). Technological Surveillance As A Tool For Information Management: A Literature Review. *IEEE Latin America Transactions*, *13*(10), 3505–3510. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/document/7387261/

Belloch, C. (2012). Tics en logopedia audición y lenguaje. *Línea]*. *Disponible En: H Ttp://www. Uv. es/bellochc/logopedia/NRTLogo4. Wiki*, *3*(15.02), 2015.

Bucheli, V. A., & González, F. A. (2007). Herramienta informática para vigilancia tecnológica-VIGTECH. *Revista Avances En Sistemas E Informática*, *4*(1).

Delgado López-Cózar, E., & Jiménez-Contreras, E. (2015). Búsqueda y gestión de información científica en Ciencia y Tecnología.

Díaz, C. G., & García, M. I. (2015). Presencia de las universidades españolas en las redes sociales digitales científicas: caso de los estudios de comunicación. *El Profesional de La Información*, *24*(5), 640–647. Retrieved from http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2015/sep/12.pdf

García, F. (2001). Gestión del Conocimiento: un modelo de competitividad académico aplicable a entornos empresariales. *Memorias de IntEmpres*.

León, A. M., Castellanos, O. F., & Vargas, F. A. (2006a). Evaluating, selecting and relevance software tools in technology monitoring. *Ingeniería E Investigación*, *26*(1), 92–102.

León, A. M., Castellanos, O. F., & Vargas, F. A. (2006b). Valoración, selección y pertinencia de herramientas de software utilizadas en vigilancia tecnológica. *Ingeniería E Investigación*, *26*(1), 92–102. Retrieved from http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v26n1/v26n1a12.pdf

León López, A., Castellanos Domínguez, O., & Montañez Franco, V. (2008). Tendencias actuales en el entendimiento de la Vigilancia Tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización. COTEC, Madrid.

Moreno, E. J., Dogliotti, M., Rodríguez, R. A., Vera, P. M., Giulianelli, D. A., Cruzado, G. S., & Alderete, C. (2014). Planificando una metodología de trabajo colaborativo para la resolución de actividades grupales domiciliarias. In *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Pérez-Herrera Cuadrillero, M. (2015). Arquitecturas basadas en microservicios.

Radicati, S., & Yamasaki, T. (2012). Social Media Market, 2012-2016. *The Radicati Group, Inc., Tech. Rep*.

Ruiz-Pérez, R. (2015). Revistas científicas e índices de impacto, sistemas de evaluación, bases de datos bibliográficas, directorios. Retrieved from http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/35068/6/RuizPerez_SeminarioRevistas.pdf

Vallez, M., & Pedraza, R. (2007). El Procesamiento del Lenguaje Natural en la Recuperación de Información Textual y áreas afines. *Hipertext. Net*, *núm. 5*. Retrieved from http://www.hipertext.net

Villalba Gómez, J. A. (2015). Ventajas de consultar los documentos completos de patentes como fuente de información para la trasferencia de tecnología en las Mipymes Industriales Colombianas.

Zhu, Y. (2012). Introducing google chart tools and google maps API in data visualization courses. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *32*(6), 6–9.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COLORIMETRÍA Y DILUCIÓN AUTOMÁTICA.

ERNESTO TORRES RUIZ

etorres@uagro.mx

ANGELINO FELICIANO MORALES

angelfmorales@gmail.com

RENE EDMUNDO CUEVAS VALENCIA

reneecuevas@uagro.mx

ANTONIO ALARCON PAREDES

aalarcon@uagro.mx

GUSTAVO ADOLFO ALONSO SILVERIO

gsilverio@uagro.mx

RESUMEN

El propósito de este articulo pretende demostrar de forma experimental como un dispositivo equipado con un par de bombas, un arduino entre otros componentes puede ser utilizado en función de un equipo de dilución, con el fin de realizar diluciones de manera rápida, precisa y automática, esta característica es utilizada para realizar mediciones aplicables a otro tipo de estudios, las diluciones son fotografiadas con un teléfono inteligente y son enviadas a una computadora personal para su análisis de color haciendo uso de visión computacional, se hace uso de cubetas de laboratorio las misma que se utiliza en un espectrofotómetro para mediciones de color a través de un emisor de luz y un receptor, se hace uso de visión computacional y se puede establecer una relación de intensidad de color entre las imágenes capturadas por medio de la cámara, consecuentemente la relación de color tendrá una correspondencia directa para los análisis de absorbancia que se deseen realizar.

PALABRAS CLAVE

Colorimetría, visión computacional, Arduino, bomba.

ABSTRACT

In this paper we describe the use of an Arduino and a couple of bombs in order to dilute a substance into a chemical cuvette automatically, multiple pictures through a smartphone's camera were taken and moved to a personal computer for analyzing, those are taken into a controlled light chamber, each image is divided into the three RGB layouts using computational vision, the image is processed and compared with a reference image that is taken in the same shoot as well, the correspondent results are handled into a spreadsheet for better view and understanding.

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.
6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

KEYWORDS

Arduino, computational vision, colorimetry, pump.

1. INTRODUCCION

La Dilución es uno de los procedimientos más comunes que se llevan a cabo en los laboratorios químicos para preparar soluciones, ensayos, calibraciones entre otros, para este procedimiento se utilizan diversas herramientas tales como: frascos volumétricos, pipetas y recipientes graduados de vidrio.

El estudio de los colores, su percepción y métodos para la cuantificación de este se ha utilizado para diversos fines, por lo tanto, el uso de un comparador de color o colorímetro es convencionalmente utilizado en múltiples estudios químicos, existen estudios donde se utiliza la colorimetría para determinar la cantidad de cloro en agua [1]. También hay estudios sobre medir la calidad de los alimentos estudiando los criterios del color en ellos [2]. En diferentes pruebas se hace uso de reactivos donde la muestra que se somete a pruebas se torna de cierto color dependiendo de la presencia o ausencia de la substancia que se está buscando, de lo anterior se puede destacar que ciertas determinaciones y análisis depende de la percepción del ojo humano y de su inexactitud por variaciones de luz.

En este artículo se muestra la manera de diluir de manera automática una muestra simple utilizando un solvente, se utiliza un Arduino como unidad de control, una cubeta de laboratorio como recipiente de la muestra, un par de bombas controlan la extracción e inserción de solvente en la muestra a diluir, el procedimiento se inicia llenando la cubeta que tiene conectadas un par de mangueras para extraer e insertar solvente, una vez llenada a la medida deseada se extrae parte de la muestra y se introduce solvente por medio de una bomba, ese ciclo se reproduce las veces necesarias de acuerdo a los requerimientos de la prueba, el factor de dilución se estima de acuerdo a la duración que se haya programado tanto en el conducto de extracción como en el de inserción.

Aprovechando el sistema de dilución antes mencionado, se toman fotografías de la muestra diluida con el fin de estudiar su percepción de color y poder determinar los niveles de dilución a partir de un software de visión computacional escrito en Matlab.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo demostrar el uso de bombas y de una unidad de control Arduino para realizar diluciones de manera automática, la tecnología utilizada para este tipo de diluciones químicas aún no son ampliamente utilizadas ya que su fabricación, chips y complementos son de alto costo, de tal modo es del interés de este trabajo buscar una manera económica pero eficiente de realizar estas diluciones automáticamente, se propone un modelo que sea continuo y automático, por otra parte estas muestras son fotografiadas, las imágenes son llevadas a una computadora personal para ser analizadas con visión computacional y comparar los resultados con métodos convencionales de detección de color con un espectrofotómetro, esto puede disminuir significativamente el costo de realizar dichas pruebas, también se diseñó una cámara o habitáculo usando una impresora 3D con ello mantener un control ecuánime de las luz y la distancia entre la cubeta de laboratorio el lente fotográfico con el fin de mantener todas las tomas bajo los mismos márgenes de captura, este dispositivo es necesario ya que de otro modo nos encontraríamos con variación en los resultados finales obtenidos.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Llenado de cubeta y dilución de muestra.

El sistema de llenado consta de una unidad de control Arduino, un driver controlador de motores L298, este es conectado al Arduino, recibe las ordenes y es el encargado de alimentar como de controlar a las bombas de corriente directa, mismas que tienen la función de drenar la mezcla e insertar el solvente en la cubeta, para la programación de la unidad de control utilizamos la plataforma de programación del fabricante y la dilución aplicada en cada ciclo es proporcional y está relacionada con los tiempos de funcionamiento para cada bomba, por lo tanto tenemos un ciclo de drenado y otro ciclo de inserción, el número de ciclos se programa de acuerdo a los requerimientos deseados que son introducidos desde la interfaz serial de la misma plataforma Arduino.

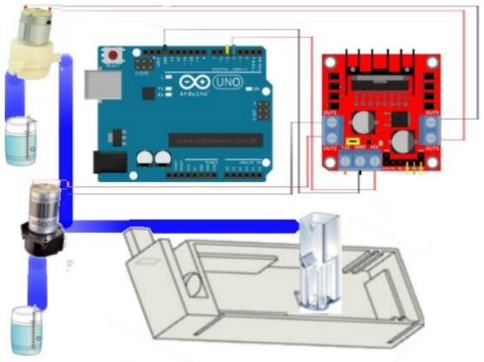


Figura 1. Se muestra el diagrama de bloques del sistema de fluido.

Preparación de la muestra.

Para la preparación de la solución madre o stock se pesa 20mg de colorante vegetal comestible en 50ml de agua destilada obteniendo una concentración final de 0.04mg/ml, la cubeta de laboratorio utilizada dentro del habitáculo se llena con esta preparación, se vierte 1ml dentro de la cubeta y a partir de aquí se realizan diluciones seriadas con el apoyo de las bombas de manera automática.

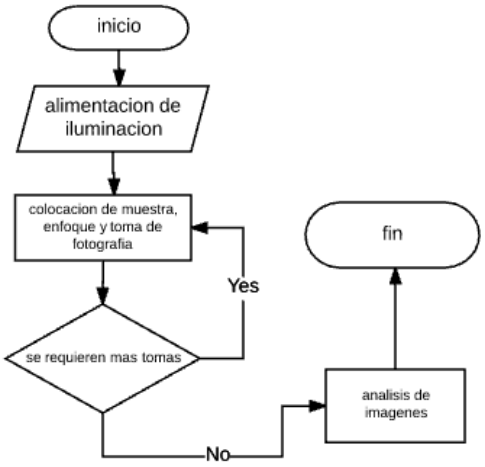


Figura 2. Diagrama de flujo utilizado para el tomado de fotografías.

Toma de fotografías y desarrollo de habitáculo

Se diseño e imprimió en 3D un habitáculo con el propósito de mantener la misma iluminación y la misma proporción de distancia entre el lente de la cámara digital y la cubeta en todas las fotos, esto para evitar que los resultados en el análisis de color de fotografías variaran por efectos externos, la cámara se imprimió en

una impresora de 3D con filamento de material ABS, dentro del habitáculo se colocaron tanto en los lados como en la parte posterior tiras de leds que iluminaron todas las fotografías, el habitáculo también cuenta con una entrada y un pequeño soporte lateral para colocar el dispositivo inteligente, se utilizó para las fotos un Xperia Z1 con sistema operativo Android, las fotos son movidas de la memoria interna del celular a una computadora personal para ser sometidas a análisis posteriormente. Ver figura 3.

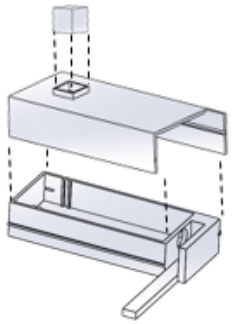


Figura 3. Habitáculo para control de luz y distancia en toma de fotografías.

Segmentación y análisis digital.

Una vez que se ha fotografiado todas las muestras en el habitáculo y se encuentran, se llevan a la computadora personal para ser segmentadas, se extraen dos imágenes de cada fotografía con un tamaño se 150 pixeles, la primera imagen es la porción de color y la segunda es la imagen de referencia que es utilizado dentro del algoritmo para obtener los valores buscados, para obtener los valores de cada recorte se tiene que descomponer la imagen en el modelo de color RGB (rojo, verde y azul) por sus siglas en ingles a través de un script escrito en Matlab, estos resultados son comparados y validados con los resultados un equipo medidor de absorbancia utilizado en un laboratorio químico, el espectrofotómetro se utilizó para medir la absorbancia de cada muestra, se usó una configuración con luz ultravioleta como haz de luz en el receptor se configuro una amplitud de onda de 412 nm, para construir la curva de comparación las muestras fueron divididas en diferentes medidas de dilución, muestra madre y agua destilada como solvente fueron vertidas en cada cubeta con un total de 1ml cada una, la figura 2 muestra la áreas de cada área que fueron tomadas para el procesamiento, los datos finales son exportados automáticamente a una hoja de cálculo por el software, para el procesamiento de la imagen es considerada como una representación de una matriz de dos dimensiones con filas y columnas donde la posición de cada pixel se ubica por un par de coordenadas x e y, cada pixel tiene coordenadas especificas e únicas en cada una de las capas del modelo RGB y cada uno de estos tiene valores que están entre 0 – 255 por lo tanto si todos los pixeles tuvieran un valor de 0 se trata de una imagen de color negro, por el contrario si los pixeles tienen valores de 255 se trata de una imagen de color blanco, una vez que la imagen es convertida pixel por pixel a una matriz con valores numéricos, la función utilizada en el software nos devuelve el valor promedio de toda la matriz de pixeles.

Experimental

Para el trabajo experimental se tomaron 5 fotografías a cada muestra estudiada, se promediaron y se graficaron para demostrar de manera visual como el sistema nos da una curva que corresponde a la tonalidad de color capturado, en la tabla 1 se muestran las cantidades de stock y de solvente utilizado en cada cubeta para la prueba.

Tabla 1. Muestra la absorbancia obtenida con el equipo convencional de laboratorio y las concentraciones utilizada en cada muestra.

muestra	colorante µ	agua µ	Espectrofotómetro	concentración mg/ml
1	1000	0	2.115	0.04
2	500	500µ	1.0903	0.02
3	375	625µ	0.0819	0.015
4	250	750µ	0.5477	0.01
5	125	875µ	0.2791	0.005
6	94	906µ	0.1888	0.00376
7	63	937µ	0.1257	0.00252
8	48	952µ	0.095	0.00192
9	32	968µ	0.0654	0.00128
10	16	984µ	0.0401	0.00064
11	0	1000	0	0

RESULTADOS

Después de realizar diferentes pruebas donde se compararon los resultados de color obtenidos del procesamiento digital y los resultados obtenidos con el espectrofotómetro de laboratorio se observó que los mejores resultados se obtuvieron a partir de los datos obtenidos en la capa azul del modelo de colores RGB debido a que esta capa se presentó la mayor correspondencia entre el valor promedio obtenido del procesamiento digital y los resultados obtenidos del equipo de laboratorio comercial.

Para llegar al habitáculo final utilizado se realizaron previamente un par de prototipos para el mismo fin los cuales tuvieron que ser descartados y modificados ya que presentaban diversos problemas que afectaban la calidad de la fotografías, uno de ellos fue la iluminación ya que el primer prototipo no contaba con la alimentación necesaria dando con esto fotografías con falta de luz, el segundo prototipo también se tuvo que modificar debido a que tenía un exceso de luz, saturando el lente de la cámara digital y dando resultados inadecuados, otro problema que se presentó a la hora de fabricar el habitáculo fue el color seleccionado del filamento utilizado en su impresión, ya que los colores diferentes al blanco presentaban contaminación en la fotos afectando los resultados, en la figura 5 se observa una toma con un habitáculo impreso en color azul, afectando esto los resultados del procesamiento.

En la tabla 2 se muestra los promedios obtenidos con el software utilizado, en la figura 6 se muestra la gráfica de esos resultados para una percepción visual de resultados.

Figura 4. Del lado izquierdo se muestra el prototipo del habitáculo con filamento azul, del derecho el habitáculo de color blanco.

Tabla 2. Se muestra los resultados de los promedios obtenidos de la muestra de referencia y de escena.

muestra	colorante µ	agua µ	Escena	Referencia
1	1000	0	34.45	135.87
2	500	500 µ	72.94	137.19
3	375	625 µ	84.83	136.76
4	250	750 µ	100.87	137.06
5	125	875 µ	115.98	136.70
6	94	906 µ	122.37	136.52
7	63	937 µ	123.47	133.92
8	48	952 µ	128.91	136.61
9	32	968 µ	131	136.69

10	16	984 µ	133.16	136.67
11	0	1000	134.54	136.15

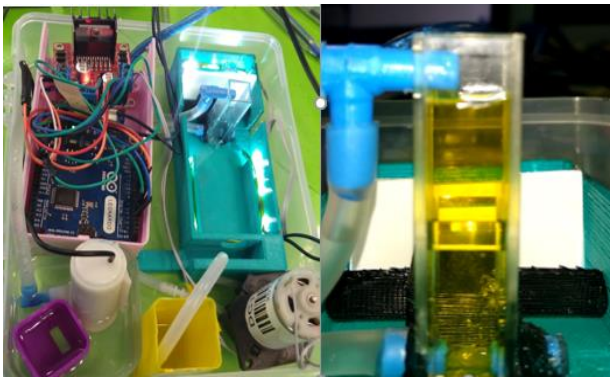


Figura 5. Vista superior y frontal de sistema de llenado, se observa Arduino, controlador, depósitos de drenado y solvente, bombas y mangueras de conexión.

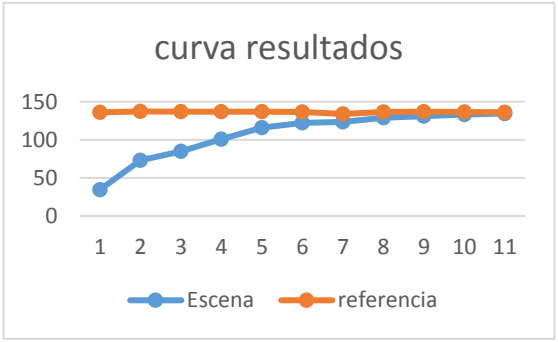


Figura 6. Presentación gráfica de los datos obtenidos con el sistema propuesto, donde n =5.

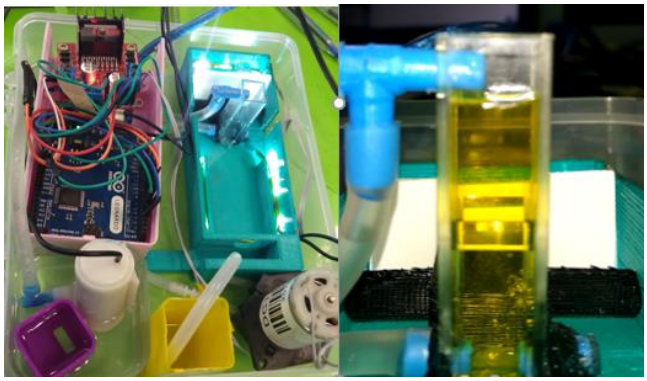


Figura 7. Vista superior y frontal de sistema de llenado, se observa Arduino, controlador, depósitos de drenado y solvente, bombas y mangueras de conexión.

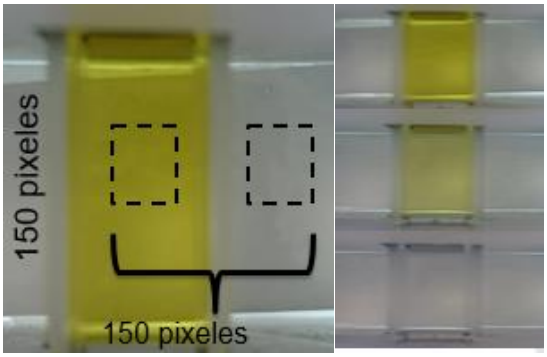


Figura 8. Lado izquierdo se muestra la vista interna del habitáculo y el área seleccionada para ser analizada por visión computacional, lado derecho se muestra parte de las diluciones involucradas en el estudio.

CONCLUSIONES

El sistema propuesto poder ser utilizado para determinar o cuantificar el color en muestras químicas con respecto a una muestra referencia (blanco), además de ser capaz de realizar diluciones precisas de una solución madre en una relación establecida por el usuario.
Como trabajo futuro se espera integrar el sistema en una sola plataforma móvil para poder permitir el análisis en un tiempo más corto y poder realizar calibraciones in-situ.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al estudiante de maestría Ernesto Torres Ruiz.

REFERENCIAS

[1] S.A. Momin, R. Narayanaswamy, (1991) Chlorine sensing by optical techniques, Proceedings of SPIE chemical and medical sensors U.K. 1510 180–186

[2] Sebastiano Porretta. Luca Sandei (1990) Use of a process colorimeter in industril processing of tomatoes, Analytica Chimica Acta, Amsterdam 231-237

[3] A.K. Yetisen, J.L. Martinez-Hurtado, A. Garcia-Melendrez, F. da Cruz Vasconcellos, C.R. Lowe, A smartphone algorithm with inter-phone repeatability for the analysis of colorimetric tests, Sens. Actuators B Chem. 196 (2014) 156–160, http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2014.01.077

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

UNA VISTA A LOS HOLOGRAMAS Y SUS APLICACIONES

MELISA HERNÁNDEZ SALINAS, MÁXIMO LÓPEZ SÁNCHEZ, J. GABRIEL GONZÁLEZ SERNA, ARTURO PÉREZ DORANTES.
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
CENIDET
{melisa.hernandez; maximo; gabriel; arturo9324}@cenidet.edu.mx

RESUMEN

En el presente artículo se define la importancia que han conseguido los hologramas en los últimos años, tomando en cuenta la clasificación y los tipos de hologramas que existen hoy en día. De igual forma se presentan técnicas de creación de imágenes tridimensionales que utilizan algunos hologramas con el fin de ejemplicar las aplicaciones holográficas que existen en el mercado y que de esta forma se pueda comprender la relevancia que ha tenido la holografía en el mundo en las diferentes áreas de estudio, tales como la medicina y la educación.
Por otro lado se hace mención de los dispositivos comerciales más relevantes y el campo en el que son utilizados.

PALABRAS CLAVE

Hologramas; Proyección holográfica; Dispositivos holográficos; Técnicas holográficas; Grabación holográfica; Reconstrucción holográfica.

ABSTRACT

In this paper it is mentioned the need and importance that represents the use of holograms for people nevertheless it is a growing technology they have a big potential for many areas such as medicine, education, etc. Likewise it is described the process for the hologram generation, their classification and the type of generated hologram in order to identify with the methods and technics used for their creation, witch kind of hologram is and where is recommended to use.
As well as it is described the applications starting from th classification proposed by [4] through the actual commercial devices.

KEYWORDS

Holograms; holographic projection, holographic device; holographic technics; holographic recording; holographic reconstruction.

INTRODUCCIÓN

La Holografía es descrita como una técnica o método avanzado de grabación de imágenes e información, se realiza por medio del registro de frentes de onda aplicado sobre un material fotosensible, lo cual puede ser logrado a partir de la incidencia de un rayo láser sobre un objeto desde una perspectiva adecuada, el cual grabará el relieve del objeto en cuestión, involucrando la reflexión, refracción y amplificación de la luz [1].
Los hologramas por otra parte se definen como dispositivos ópticos que contienen la imagen de un objeto en una perspectiva tridimensional, la cual se forma por la incidencia de haces de luz.

Figura 1 Ejemplo de holograma [2]

Dentro del proceso de creación de un holograma existen dos fases importantes: la grabación y la reconstrucción.
La grabación (véase figura 2–a) hace referencia a la luz emitida por un rayo láser el cual a través de un divisor, se descompone por amplitud. Uno de los haces ilumina el objeto del cual se desea realizar el holograma, y el otro es reflejado y difractado, teniendo así una trama de franjas de interferencia. Dentro de este proceso se obtiene la onda de referencia y la onda objeto.
La reconstrucción (véase figura 2-b), por otra parte, se hace una vez que se tiene el holograma, este es iluminado por la onda de referencia la cual es posteriormente difractada con el fin de reconstruir la onda objeto.

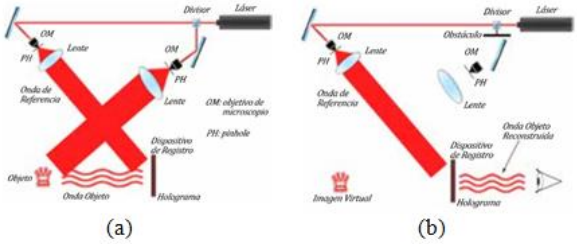


Figura 2 Creación de un holograma (a) Grabación (b) Reconstrucción [3]

Sin lugar a dudas la creación de una imagen tridimensional es una de las realizaciones más espectaculares que posee la holografía, sin embargo, existen diferentes métodos y técnicas para realizar este proceso. Es por ello que hay un vasto número de hologramas los cuales también poseen características específicas que determinan cuando y donde pueden utilizarse.

CLASIFICACIÓN DE LOS HOLOGRAMAS

Existen diferentes clasificaciones para los hologramas, de acuerdo con [4] los hologramas pueden clasificarse por método de exposición o grabado y por geometría. Dentro de estas dos clasificaciones se encuentran otras

subclasificaciones. En el caso del método de exposición o grabado se encuentran la reflexión y transmisión mientras que por geometría se encuentran los hologramas en línea y los hologramas fuera de eje como se muestra en la figura 3.

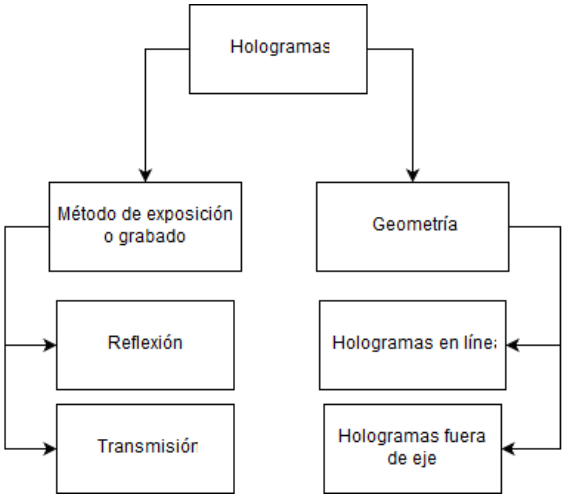


Figura 3 Clasificación de hologramas

De igual manera, de acuerdo con [3] los hologramas se construyen a través de geometría, en donde la onda de referencia y la onda objeto inciden con ángulos diferentes sobre el dispositivo de registro. A través del tiempo esta geometría se ha ido modificando teniendo como resultado la siguiente clasificación:

- Holografía fuera de eje
- Holografía en eje
- Holografía de reflexión-transmisión

Estas tres geometrías o combinaciones de ambas permiten clasificar cualquier holograma existente, sin embargo, existen otras geometrías que presentan características diferentes que hacen que difiera esta clasificación.

TIPOS DE HOLOGRAMAS

Existen diferentes tipos de hologramas, la mayoría están determinados por la clasificación que presentan. Algunos de ellos son los siguientes:

1. Hologramas de reflexión

En los hologramas de reflexión (véase figura 4) se ilumina el objeto con un haz de luz el cual es reflejado llevando la información tridimensional del objeto, esta reflexión es utilizada como el haz objeto, mientras que el haz de referencia incide de manera recta e interfiere con el haz objeto.

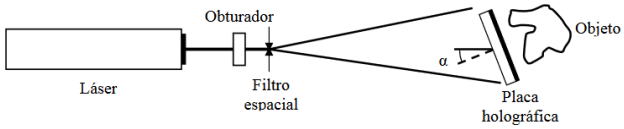


Figura 4 Registro de un holograma de reflexión

2. Hologramas de transmisión

Son aquellos que se forman cuando la fuente o haz de luz se coloca frente al objeto dando como resultado el haz de objeto, este incide del lado de la placa obteniendo así una imagen holográfica (véase figura 5).
Estos hologramas son parecidos a los hologramas de reflexión la diferencia es que durante el registro holográfico el haz objeto y de referencia inciden sobre la misma cara, mientras que en los de reflexión inciden sobre caras distintas de la placa fotográfica.

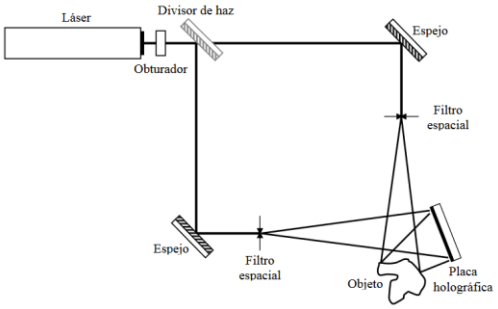


Figura 5 Registro de un holograma de transmisión

3. Hologramas de arco iris

Para la toma de este tipo de hologramas, el haz de referencia no incide sobre o al lado del objeto sino por debajo de él, produciendo así la imagen del objeto deseado (véase figura 6). De igual manera se produce un arreglo de franjas horizontales y paralelas las cuales presentan la particularidad de que cada una de ellas es de diferente color y cada color a diferente altura, de tal manera que de acuerdo a la altura que el observador posicione sus ojos, será la imagen de la rendija a través de la cual observe el color de la imagen observada.

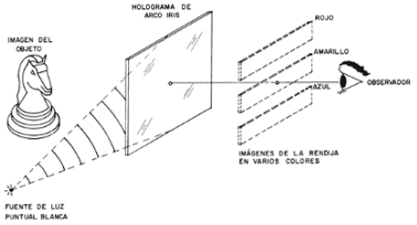


Figura 6 Registro de un holograma arco iris

4. Hologramas prensados

Los hologramas prensados son parecidos a los hologramas arco iris, sin embargo, el proceso de creación es diferente. Para la toma de este tipo de hologramas se usa una capa de resina fotosensible, también conocida como *fotoresist* la cual al verse expuesta por el haz de luz se adelgaza permitiendo así difractar la luz y poder producir la imagen. En otras palabras, el holograma no queda grabado como un sistema de franjas.

Figura 7 Holograma prensado, fabricado por J. Tsujiuchi en Japón

5. Hologramas generados por computadora

Estos hologramas a diferencia de los anteriores, son creados a través de las franjas de interferencia obtenidas desde un objeto ya sea imaginario o real y son calculadas mediante la computadora. Una vez calculadas se genera una fotografía la cual funciona como el holograma sintético.

Cada uno de estos tipos de hologramas presentan sus propias características y métodos de grabado, sin embargo, de igual manera todos estos se generan a base de un haz de objeto y un haz de referencia.

Existen otros tipos de hologramas además de los antes mencionados, los cuales son los siguientes:

- Holograma de plano de imagen
- Hologramas de color
- Hologramas de relieve
- Hologramas en línea
- Hologramas fuera de eje

TÉCNICAS DE PROYECCIÓN 3D

Para la creación de imágenes tridimensionales existen diferentes técnicas, cada una de ellas presentan ciertas características que permiten crear y observar la imagen en tres dimensiones. Entre las técnicas se encuentran las siguientes:

1. Estereoscópica

Esta técnica está basada en paralelaje binocular, es decir, la combinación de un par de imágenes de una misma escena vista desde direcciones diferentes. Al mostrar diferentes ángulos de visión se genera una sensación de profundidad en la imagen [5].

Si bien, las técnicas estereoscópicas fueron de las primeras técnicas de formación de imágenes tridimensionales, sin embargo uno de los principales inconvenientes es que el usuario requiere utilizar gafas especiales para poder percibir el efecto.
Dentro de los estereogramas también existen otras variantes:

a) Anáglifos

La visión estereoscópica por anáglifos se construye a través de dos imágenes planas, las cuales al ser obtenidas ya sea por fotografía, estás deben ser tomadas con una separación entre ellas de aproximadamente la distancia inter-ocular tratando de que los ejes ópticos de la cámara se mantengan paralelos.
Posteriormente se les asigna un filtro RGB para obtener los colores complementarios como lo son el rojo y el azul. [6].

b) Puntos aleatorios

Un estereograma de puntos aleatorios están conformados por un par de imágenes formadas por puntos distribuidos aleatoriamente, los cuales pueden ser observados de dos formas, a través de un estereoscopio o simplemente con la vista enfocada en un punto más allá de la imagen [7].

c) Auto-estereogramas

Son una de las formas para representar objetos tridimensionales a través del uso de líneas de visión paralelas, estos objetos pueden ser visualizados sin que el usuario tenga que utilizar un estereoscopio o algún dispositivo especial ni condiciones especiales de luz.

d) Estereogramas por polarización

La visión estereoscópica por polarización requiere de dos componentes: pantalla polarizante y gafas polarizadas.
El monitor o pantalla debe de proyectar una imagen y en función de esta intercalar la polarización ortogonal mostrando una imagen diferente en cada intervalo. Las gafas por el contrario tienen cristales polarizados, uno en dirección horizontal y otro en vertical. Todo esto permite observar imágenes a color y superponer vectores.

2. Pepper Ghost

Esta técnica consiste en dos salas, una de ellas es donde el usuario puede observar directamente la imagen y la otra es conocida como la habitación azul, la cual permanece oculta al espectador. Para separar ambas salas se coloca una lámina transparente ya sea de plástico o cristal en un ángulo que refleje la vista de la habitación azul hacia el usuario, aproximadamente 45°.

APLICACIONES

Día a día cada una de las tecnologías existentes va en importante crecimiento y ese es el caso de la holografía, que por el año de 1860 se utilizaba en los teatros victorianos de Londres, donde se aplicaba la técnica mejor conocida como *peppers ghost,* la cual consiste en un escenario que está dividido en dos habitaciones, una habitación es la que el público puede ver y la otra es la que esta oculta a los espectadores. Entre ambas, se encuentra colocado un cristal a 45° que va a servir para que el objeto a proyectar pueda ser reflejado sobre él, siempre y cuando la habitación donde se encuentra el objeto presente mayor iluminación.
En la actualidad empresas como Coca-cola utilizan dispositivos de proyección holográfica para promocionar sus productos, tal es el caso que en el 2009 se presentó en una conferencia la evolución de la marca a través de una imagen 3D [8].
Existen empresas especializadas en la construcción e investigación de dispositivos y proyecciones holográficas dentro del campo de la educación y la medicina. Algunas de ellas son:

1. Holoxica

Esta empresa se dedica a producir imágenes holograficas en 3D desde prácticamente cualquier tipo de conjunto de datos científicos, incluidos los datos de nubes de puntos, los datos escaneados, malla, modelos moleculares u otras representaciones visuales 3D personalizadas a partir de, por ejemplo, simulaciones [9].

2. Holusion

Es una empresa dedicada a crear hologramas interactivos para la atención de diversas áreas basadas en tecnologías de pantallas transparentes y holografía digital [10].

3. RealView Imaging

Empresa Israelí pionera en el campo de la holografía interactiva en vivo, dando como resultado aplicaciones de realidad aumentada y permitiéndole al usuario una interacción directa a través de sensores en tiempo real [11].

4. EchoPixel

Empresa dedicada a la creación de imágenes holográficas. Actualmente desarrollaron un software de visualización médica, la cual ofrece una oportunidad de interactuar con diferentes tejidos y órganos como si fueran objetos reales [12].

5. H+ Technology

Esta empresa está dedicada a crear experiencias holográficas inmersivas que utilizan gestos, voz y otras formas de interacción, permitiéndoles a los humanos adaptarse con entornos 2D y 3D [13].

6. Musion

Empresa dedicada a eventos corporativos utilizando la proyección holográfica 3D por medio de pantallas holográficas. De igual manera, ayuda al aprendizaje, a realizar teleconferencias, eventos de entretenimiento, entre otros.
Actualmente esta empresa trabaja en colaboración con Cisco y un sinfín de empresas dedicadas a las telecomunicaciones, partiendo de combinar sus hologramas con sus sistemas de telepresencia que estas ofrecen. Tal es que, en el 2014, el ministro de la India, Narendra Modi utilizó una serie de discursos usando estas proyecciones para promocionar su campaña [14].

Dispositivos comerciales

Con el uso de proyectores y pantallas de alta definición algunas empresas como las mencionadas en la sección anterior, han comercializado diferentes dispositivos y software que permiten crear imágenes tridimensionales.

1. Holus [13]

Es un dispositivo el cual convierte cualquier contenido digital de una computadora, smartphone o tablet en una experiencia holográfica 3D (véase figura 8). Este dispositivo proyecta contenido holográfico sobre un cristal en forma de pirámide, permitiéndole al usuario verlos desde todos los lados disponibles puesto que la imagen puede verse dentro de los 360° y permite la interacción entre usuario y dispositivo con sensores terceros, además de que cuenta con su propio componente interactivo. Por otro lado, Holus es una plataforma abierta la cual permite a los usuarios crear aplicaciones y juegos que se adapten a sus necesidades.

Figura 8 Dispositivo Holus

2. HoloLends [15]

HoloLens es un dispositivo tipo lentes el cual mezcla la realidad virtual y la realidad aumentada para darle al usuario una realidad mixta, es decir, brindarle una simulación en el mundo real permitiéndole así poder ver, escuchar, controlar e interactuar con una imagen 3D. Este dispositivo funciona a través de gestos, y comandos de voz que le permiten al usuario navegar, seleccionar, abrir y controlar aplicaciones a través de Cortana.

Figura 9 Hololends

3. Pantallas holográficas

Las pantallas holográficas consisten en dispositivos que forman imágenes a través de alguna proyección sobre el cristal, permitiéndoles a los usuarios interactuar con la proyección. Actualmente estas tecnologías se utilizan para patrocinar marcas o productos. Algunos de los ejemplos más representativos son:

- **Display Holográfico** [16]
- Pantallas Da-Lite [17]
- Dreamoc L HD3 [18]
- Holocube [19]

Figura 10 Pantalla holográfica Holocube

4. Holovect [2]

Es un dispositivo de proyección holográfica a través de láser el cual puede dibujar imágenes 3D sin la necesidad de una pantalla o superficie de proyección, por lo que puede adaptarse a cualquier superficie ya sea un banco o un escritorio. Este dispositivo funciona a través de una lista de coordenadas que resultan en líneas dibujadas en secuencia de cabeza-cola en el espacio, además de que cuenta con objetos como son botones y perillas las cuales están configuradas para poder manipular funciones preestablecidas como girar y mover.

Figura 11 Dispositivo Holovect

5. Displair [20]

Esta tecnología consta de una pantalla multitáctil 3D, la cual proyecta imágenes sobre una capa aerodinámica de niebla, es decir, dicha tecnología funciona a través del aire.

Displair es una pantalla diferente a cualquier otra puesto que solo consta de una base de la cual surgen pequeños disparos de macropartículas de agua, las cuales hacen el efecto de un cristal, además de que combina otras tecnologías como son las cámaras infrarrojas, proyector y sensores de movimiento.

Figura 12 Displair

La mayoría de estos dispositivos presenta la particularidad de que utilizan los hologramas de reflexión en combinación con la técnica *de peppers ghost*.
A continuación se presenta un cuadro de los dispositivos y el tipo de holograma que utilizan:

Tabla 1. Dispositivos y su tipo de holograma

Dispositivo	Tipo de holograma
Holus	Reflexión
HoloLends	Realidad mixta
Pantallas holográficas	Transmisión
Holovect	Transmisión
Displair	Transmisión

Si bien el conocer de qué tipo de holograma se trata, nos permite determinar el propósito para el que se pueda utilizar. Un ejemplo de ello son: los hologramas de transmisión, los cuales son aptos para implementarlos en las pantallas holográficas, debido a que los haces de referencia y objeto inciden sobre una misma cara, dando así como resultado la obtención del holograma.
Aunque estos dispositivos tienen un tipo de holograma no se debe olvidar que para generarlos se realiza un proceso diferente. Y en el caso de *Holovect* se lleva a cabo la ionización del láser para generar las imágenes tridimensionales.

NECESIDAD E IMPORTANCIA

Una vez revisado lo que es la holografía, como se clasifica y que tipos de hologramas existen, debemos comprender cuál es la necesidad e importancia que estos tienen en la vida cotidiana.

Actualmente la holografía se utiliza como entretenimiento, debido a que las personas desean ver imágenes con mayor calidad, que tenga cierto grado de realismo. Para ello existen pantallas donde se pueden visualizar imágenes tridimensionales permitiendo al usuario tener una interacción más real.

En el trabajo [21] se presenta una pantalla holográfica la cual para obtener un holograma se obtiene el video fotográfico sobre una muestra de cristal líquido y material fotosensible, dando una respuesta más rápida que algunas pantallas convencionales.

Por otro lado, podemos encontrar hologramas tanto en las tarjetas de crédito, productos, artículos, documentos, entre otros, estos hologramas son etiquetas que presentan información, símbolos, folios o código de barras, las cuales brindan seguridad y autenticidad al producto que sean asignadas [21].

En Cuba se ha trabajado con holograbados, los cuales codifican las imágenes de los objetos virtuales mediante software para posteriormente a través de un sistema de grabado con láser se obtiene el holograma. Cada uno de estos holograbados han sido confeccionados en láminas de acrílico, policarbonato y piezas de acetato termo-resistente [22].

Las técnicas que se emplean para hacer hologramas generados por ordenador son técnicas estereoscópicas, las cuales combinan decenas o cientos de pares estereoscópicos para formar un holograma compuesto con dimensiones regulares.

De igual forma existen hologramas solidos o de plasma, estos hologramas a pesar de no contar con ninguna base en donde sean visualizados no pueden ser expuestos a una interacción con el usuario ya que al tener contacto con ellos puede resultar en lesiones como quemaduras en la piel y en la vista.

Por ello de acuerdo a [24] se creó un método de representación gráfica aérea y volumétrica con láser de femtosegundos. El cual puede crear hologramas que puedan ser tocados sin dañar al usuario. Sin embargo, las imágenes creadas atreves de voxeles no presenta una buena resolución además de que las imágenes creadas son de 1 cm^3. Es por ello que crear hologramas que permitan la interacción con personas todavía continúa en investigación.

A pesar de ser muy limitada su utilización, siguen cubriendo una necesidad importante para las personas, siendo elemento de investigación y avance tecnológico, empiezan a incidir en el campo de la medicina y la educación.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo podemos concluir que las técnicas de proyección holográfica funcionan para todos los hologramas, debido a que para generar uno se utiliza la misma base y en ciertos casos esto difiere de acuerdo a la aplicación que se le pueda dar a dicho holograma.

El potencial de la holografía es prometedor. Gracias a las empresas dedicadas a la investigación y creación de dispositivos holográficos, es un hecho que en un futuro la evolución de la holografía llegará a ser una parte muy importante para las civilizaciones. Otro punto a resaltar es que las proyecciones holográficas ofrecen numerosas ventajas, ya que cubren necesidades para mejorar la calidad de vida. La eficiencia de esta tecnología radica en que es una tecnología interactiva que proporciona imágenes realistas sin la necesidad de gafas para poder observarlas.

REFERENCIAS

[1] J. N. Robles Galle, «La holografía aplicada en las comunicaciones,» Tesis de licenciatura, Zacatecas, 2006.

[2] «Holovect,» 2016. [En línea]. Available: http://holovect.com/. [Último acceso: 27 Noviembre 2016].

[3] S. Luna Hernández, *Reconstrucción digital de un holograma,* Xalapa Enrique, Veracruz, 2014.

[4] G. F. Pérez García, *Reconstrucción numérica de hologramas para la obtención del campo de desplazamiento fuera de plano en membranas,* León, Guanajuato, 2013.

[5] E. A. Cárdenas Quiroga, L. Y. Morales Martín y A. Ussa Caycedo, «La estereoscopía, métodos y aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento,» *Revista Científica General José María Córdova,* vol. 13, nº 16, pp. 201-2019, 2018.

[6] D. A. Zottola, A. A. Hernández y R. Serra, «Experiencia de la Investigación Científica en lo Curricular: Anáglifos en la Enseñanza de la Ingeniería Biomédica,» de *XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería SABI 2011 - VII Jornadas de Ingeniería Clínica Mar del Plata,* 2011.

[7] J. J. Castro Torres , *CALIDAD ÓPTICA EN VISIÓN BINOCULAR,* Granada, 2008.

[8] D. Kumar y D. Kaushik , «A Review Paper on Holographic Projection,» *International Journal of Innovative Research in Technology,* vol. 1, pp. 461-468, 2014.

[9] Holoxica, «Holoxica,» 2012. [En línea]. Available: http://www.holoxica.com/. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[10] Holusion, «Holusion,» 2015-2017. [En línea]. Available: http://www.holusion.com/. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[11] RealView Imaging, «RealView Imaging,» 2017. [En línea]. Available: http://realviewimaging.com/technology/. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[12] EchoPixel, Inc, «EchoPixel,» 2017. [En línea]. Available: http://www.echopixeltech.com/about-us/. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[13] H+ Technology, «H+ Technology,» 2015. [En línea]. Available: http://hplustech.com/. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[14] Musion, «Musion,» 2017. [En línea]. Available: http://musion.com/. [Último acceso: 22 Febrero 2017].

[15] Microsoft, «Microsoft,» 2017. [En línea]. Available: https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[16] LuftScreen, «LuftScreen,» 2017. [En línea]. Available: http://luftscreen.com.mx/equipos-holograficos/. [Último acceso: 21 Febrero 2017].

[17] Milestone AV Technologies, «Da-Lite,» 2017. [En línea]. Available: http://www.da-lite.com/products/. [Último acceso: 21 Febrero 2017].

[18] «ParaddaxLab,» 2010. [En línea]. Available: http://www.paraddax.com/esp/dreamoc.html. [Último acceso: 21 Febrero 2017].

[19] Uber and Kosher, «Holocube,» 2012. [En línea]. Available: http://www.holocube.eu/products/. [Último acceso: 21 Febrero 2017].

[20] «Displair,» 2 Mayo 2013. [En línea]. Available: http://displair.com/. [Último acceso: 22 Febrero 2017].

[21] H. Gao, X. Li, Z. He, Y. Su y T.-C. Poon, «Real-time Dynamic Holographic Display Based on a Liquid Crystal Thin Film,» *SID Symposium Digest of Technical Papers,* pp. 804-807, 2012.

[22] Hologramas de México, «Holomex,» 2016. [En línea]. Available: https://www.holomex.com.mx/es/inicio.html. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

[23] Á. G. Augier Calderín, «Holograbados, una tecnología creada en Cuba,» *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 2013.

[24] Y. Ochiai, K. Kumagai, T. Hoshi, J. Rekimoto, S. Hasegawa y Y. Hayasaki, «Fairy Lights in Femtoseconds: Aerial and Volumetric Graphics Rendered by Focused Femtosecond Laser Combined with Computational Holographic Fields,» *ACM Transactions on Graphics*, pp. 17-30, 2016.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE UNA IES

ARIAS A. CAROLINA
acariasz@hotmail.com
PINZÓN D. ALEJANDRO
alejorobert@gmail.com

RESUMEN

En el presente artículo, se aborda el análisis de un conjunto de datos correspondiente a la población estudiantil activa de una Institución de Educación Superior (IES). Para el análisis se utiliza la metodología de minería de datos CRISP-DM y se desarrollan sus cuatro primeras fases. Se comparan los pasos del análisis de datos realizado en big data y se establecen similitudes. Se plantean cuatro tipos de preguntas de investigación: preguntas descriptivas, exploratorias, inferenciales y predictivas. Se realiza la descripción del conjunto de datos, donde se identifica la naturaleza de cada una de las variables, con el fin de realizar el análisis descriptivo univariado y multivariado. Se identifica y aplica truncamiento a los valores fuera de rango, para forzar normalidad en el comportamiento de los datos. Posteriormente se utiliza la herramienta de software WEKA (Waikato Enviroment for Knowledge Analysis) [14] para realizar el análisis de los datos, mediante la aplicación de algoritmos de minería de datos Naïve Bayes, Red neuronal, KNN, J48 y SMO.

PALABRAS CLAVES

Institución de Educación Superior (IES), Rendimiento académico, Análisis univariado y multivariado, Estadística, Minería de datos,

ABSTRACT

In the present article, the analysis of a set of data corresponding to the active student population of a Higher Education Institution (HEI) is addressed. For the analysis, the CRISP-DM data mining methodology is used and its first four phases are developed. The data analysis steps performed in large data are compared and similarities are established. There are four types of research questions: descriptive, exploratory, inferential and predictive descriptions. The description of the data set is performed, where the nature of each of the variables is identified, in order to perform the univariate and multivariate descriptive analysis. It identifies and applies truncation to values out of range, for normality in the behavior of the data. Then, the WEKA software tool is used to perform the data analysis, applying the Baye naïve, red neuronal, KNN, J48 and SMO data mining algorithm.

KEYWORDS

Institución de Educación Superior (IES), Rendimiento académico, Análisis univariado y multivariado, Estadística, Minería de datos.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de datos siempre ha jugado un papel de vital importancia en la historia de la humanidad, ya sea para comprender la naturaleza de un fenómeno, mejorar la calidad de vida, analizar el comportamiento de la economía ó grupo social, entre otras.
La aplicación del análisis de datos es infinita, puesto que todo aquello que pueda ser clasificado y medido, puede ser analizado; entre las diversas técnicas de modelado para dicho análisis se pueden destacar la estadística, el cálculo de probabilidades, la inteligencia de negocios, la minería de datos, aprendizaje automático, big data, entre otros.
El análisis predictivo, permite la posibilidad de utilizar los datos actuales e históricos con el fin de realizar predicciones acerca del futuro de acontecimientos no conocidos, que contribuyan a comprender de manera más profunda los escenarios en que se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Metodologías para análisis de datos

Existen diversas metodologías para realizar análisis de datos, las cuales abarcan dentro de al menos una de sus fases el proceso de extracción de conocimiento de los datos, algunas de las más relevantes son:

- Metodología CRIPS-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining)[1]
  Metodología SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model, As-
- sess)
  Metodología DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar,
- Controlar)
  KDD process - (Knowledge Discovery in Databases)
- La metodología de análisis de datos denominada CRISP-DM (Proceso Estándar Industrial Transversal para la Minería de Datos) contempla las fases que se presentan en la Figura 1.

Figura 1: Fases CRISP-DM

La metodología CRISP-DM presenta similitud en sus faces, con los pasos abordados en el análisis de datos realizado en big data, esto se puede establecer al comparar las Figuras 1 y 2.

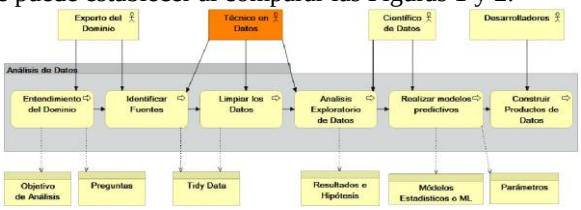


Figura 2: Fases de análisis de datos en big data

2.2. Algoritmos utilizados en el análisis

- **NAIVE BAYES**: El clasificador Naive Bayes es un método basado en el teorema de bayes que permite tener en cuenta en la predicción de la hipótesis el conocimiento apriori o conocimiento del dominio en forma de probabilidades. La principal razón de implementar el teorema de Bayes en un problema de clasificación, es poder estimar las probabilidades apriori de cualquier hipótesis consistente con el conjunto de datos de entrenamiento para así escoger la hipótesis más probable [3].
- **REDES NEURONALES:** Algoritmo supervisado, que permite realizar el proceso para tres clases: la clase $_a$, clase $_i$ y clase $_t$, donde cada una de ellas consta de capa (neurona) de entrada, oculta y de salida. Más adelante se realiza la explicación de las 3 clases.
- **IBK – NN:** El método de los k -vecinos o k-nn es un método retardado y supervisado (pues su fase de entrenamiento se hace en un tiempo diferente al de la fase de prueba) cuyos argumentos principales son la distancia entre instancias o prototipos. El método consiste básicamente en comparar la nueva instancia a clasificar con los k datos más cercanos conocidos, y dependiendo del parecido entre los atributos el nuevo caso se ubicará en la clase que más se acerque al valor de sus propios atributos [4].
- **J48:** Se trata de un algoritmo basado en clasificación por árbol de decisión. Permite podar antes de llegar a las hojas

de cada subárbol con lo que se puede evitar el overfitting de atributos nominales con valores únicos [5].

- **SMO:** Estos algoritmos extienden las características de los modelos lineales, ya que permiten distinguir entre clases que presentan límites de decisión no lineales. Para ello los datos originales se transforman de forma no lineal en un nuevo espacio de mayor dimensión. En este nuevo espacio se construye un modelo lineal que pueda representar un límite de decisión no lineal en el espacio original [9].

3. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el presente análisis es CRISP-DM, la cual consta de 6 fases, pero en el presente artículo se aplicarán solamente las primeras 4 fases:

3.1. Entendimiento del negocio

Se ha establecido que el estrato económico es un aspecto que determina el nivel de acceso a productos y servicios que generan bienestar en la calidad vida de una persona, por esta razón una persona de estrato bajo en comparación con aquella de estrato alto, se le dificulta la obtención de su bienestar, mas allá de lo que se puede denominar gastos no básicos.

El anterior planteamiento permite construir un conjunto de interrogantes que buscan explorar la información de los estudiantes de una IES que se encuentra almacenada en la base de datos de la oficina de admisiones, registro y control académico, con el fin de identificar las variables que influyen en alcanzar los objetivos académicos a los estudiantes.

Las personas que conforman la población de estudiantes de la IES se caracterizan por ser migrantes de otras regiones del país, los cuales se desplazan desde su sitio de origen con el fin de realizar estudios superiores de pregrado o postgrado. Una vez en la capital, su lugar de residencia varía desde la casa de un familiar, apartamentos arrendados o residencias estudiantiles.

Este documento tiene como fin determinar las variables que pueden generar consecuencias directas sobre el rendimiento académico de los estudiantes, además de determinar si la utilización del estrato socieconomico suministrado por los estudiantes al ingresar a la universidad es una variable adecuada para calcular el valor de la matricula.

Otro objetivo que tiene este análisis es determinar un método estadístico que permita validar la información estregada por los estudiantes al ingresar a la IES, puesto que se sospecha que tienden a suministrar datos imprecisos con el fin de obtener beneficios económicos en el costo de la matricula.

3.2. Objetivos SMART

- Identificar variables que intervienen de forma directa en el rendimiento académico de los estudiantes de una IES. Realizar análisis de correlación entre las condiciones socieconomicas y el rendimiento académico del estudiante en el programa cursado.
- Comprender de manera mas profunda los escenarios en que se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje en una IES.
- Plantear hipótesis que conduzcan a identificar problemas que afectan el rendimiento de los estudiantes antes de que se presenten.
- Predecir el rendimiento académico de los estudiantes de una IES a partir las variables abordadas en el modelo.

3.3. Preguntas de investigación

Los cuatro tipos de preguntas de investigación que se abordaran en este análisis están enmarcadas en los siguientes ámbitos:

3.3.1. Preguntas Descriptivas:

Permiten resumir una característica del conjunto de datos.

- ¿Que variables son de tipo cualitativo y cuales de tipo cuantitativo?
- ¿Cuales son las medidas de tendencia central, promedio y mediana de las variables cuantitativas que conforman el conjunto de datos?
- ¿Cuales son las medidas de dispersión, desviación estándar y coeficiente de variación de las variables cuantitativas que conforman el conjunto de datos?
- ¿Cantidad de estudiantes por cada programa académico, género y estado civil?
- ¿Cuantos núcleos familiares con estudiantes activos en la IES poseen vivienda propia?
- ¿Cuantos estudiantes hay por cada estrato socieconomico? ¿Cuantos estudiantes de la IES tienen hijos? ¿Cual es el promedio de personas que conforman el núcleo familiar del estudiante?
- ¿Cual es el promedio de personas que trabajan en el núcleo familiar del estudiante?
- ¿Cual es el ingreso promedio mensual de los núcleos familiares de los estudiantes?
- ¿Cual es el egreso promedio del núcleo familiar de los estudiante?
- ¿Cual es el gasto promedio en transporte de los estudiantes?

3.3.2. Preguntas Exploratorias:

Consisten en la búsqueda de patrones o relaciones que soporten una pregunta de investigación.

- ¿Cuales son los programas académicos que poseen mayor y menor cantidad de estudiantes matriculados?
- ¿A que programas académicos pertenecen los estudiantes con mejores y peores promedios académicos?
- ¿A que estrato socio económico pertenecen los estudiantes con mejores y peores promedios académicos?
- ¿Cantidad de estudiantes de cada programa académico por género?
- ¿Cual es el numero de estudiantes de cada programa por estrato socieconomico?
- ¿Cual es el ingreso promedio del núcleo familiar de los estudiantes por cada programa?
- ¿Cual es el ingreso promedio del núcleo familiar de los estudiantes por cada estrato?
- ¿Cual es el egreso promedio del núcleo familiar de los estudiantes por cada programa?
- ¿Cual es el egreso promedio del núcleo familiar de los estudiantes por cada estrato?
- ¿Cual es el gasto en transporte de los estudiantes por estrato?

3.3.3. Preguntas Inferenciales:

Consiste en el planteamiento de una hipótesis que podría ser resuelta con el análisis respectivo de la información.

- ¿Existe algún tipo de relación entre el estrato socio económico y el nivel intelectual medido por promedio académico?
- ¿Los estudiantes no proporcionan el estrato social real, con el fin de obtener beneficios económicos en el valor de la matricula?
- ¿La elección de estudiar en una IES publica, se realiza para reducir costos académicos?
- ¿La elección de estudiar en una IES publica, se realiza para obtener reconocimiento académico de la misma?

3.3.4. Preguntas Predictivas:

Permiten analizar el comportamiento de la información a través del tiempo, con el objetivo de descubrir, proyectar, o realizar hipótesis sobre estados futuros.

- ¿El estrato socio económico esta relacionado con la cantidad de dinero al que tiene acceso una persona para suplir sus necesidades durante un proceso de formación?

3.4. Identificación de las fuentes

Fuentes del conjunto de datos: El conjunto de datos utilizado en este análisis fue obtenido mediante una consulta realizada directamente sobre la base de datos de la oficina de admisiones, registro y control de una IES del país y esta conformado por la información de los estudiantes activos de todas las facultades que componen la universidad. Ver archivo anexo "datosep.csv".
Descripción de los datos de lapoblación: La población objeto de este análisis se compone de 4890 registros cada uno con 15 campos que contiene los datos de estudiantes activos (matriculados) de la IES, que no poseen problemas académicos o administrativos; se excluyeron los estudiantes que pertenecen a primer semestre de todas las carreras de pregrado, debido a que no poseen promedio ponderado de carrera aún.
Descripción de las variables del conjunto de datos: En la Tabla 1 se describen cada una de las variables que son objeto del análisis en este artículo.

Tabla 1: Análisis descriptivo de las variables

Variables cuantitativas	Variables cualitativas
Número de hijos	Programa que pertenece el estudiante
Número de personas del núcleo familiar	Identificación del estudiante
Número de personas que trabajan de núcleo	Código del estudiante
Ingresos mensuales del núcleo familiar	Nombres y apellidos de estudiante
Egresos mensuales del	Género

núcleo familiar	
Gasto diario en transporte	Estado civil
Promedio académico	Vivienda propia de núcleo familiar Estrato socieconomico

- programa: Programa académico al que pertenece el estudiante.
- Identificación: Número de identificación del estudiante. código: Código del estudiante.
- nombre: Nombres y apellidos del estudiante.
- Género: Género del estudiante (valores: 1 Hombre y 2 Mujer).
- Estado_civil: Estado civil del estudiante (valores: 1: Soltero; 2: Casado, 3: Divorciado; 4: Otro). num_hijos: Número de hijos del estudiante.
- num_nucleo: Número de personas que conforman el núcleo familiar del estudiante. num_personas_trabajan:
- Número de personas del núcleo familiar del estudiante que trabajan. vivienda: Vivienda pertenece al núcleo familiar (valores: 1 = Si, 2 = No). ing_mensuales: Ingresos mensuales del núcleo familiar del estudiante (valores en miles de pesos). egr_mensuales: Egresos mensuales del núcleo familiar del estudiante (valores en miles de pesos).
- Transporte: Gasto diario en transporte del estudiante (valores en miles de pesos).
- Estrato: Estrato socioeconómico del estudiante (valores numéricos enteros entre 1 y 5). promedio: Promedio académico ponderado de carrera (valores numéricos decimales entre 0 y 5).

Tabla 2: Diccionario de datos del conjunto de datos

Variable	Tipo de dato	Rango de datos
programa	Texto	Caracteres del alfabeto
identificacion	Numérico	Enteros positivos
codigo	Numérico	Enteros positivos
nombre	Texto	Caracteres del alfabeto
genero	Numérico	Enteros positivos 1 ó 2
estado_civil	Numérico	Enteros

		positivos 1 al 4
num_hijos	Numérico	Enteros positivos
num_nucleo	Numérico	Enteros positivos
num_persona_trabajan	Numérico	Enteros positivos
vivienda	Numérico	Enteros positivos 1 ó 2
ing_mensuales	Numérico	Enteros positivos
egr_mensuales	Numérico	Enteros positivos
transporte	Numérico	Enteros positivos
estrato	Numérico	Enteros positivos 1 al 5
promedio	Decimal	Reales positivos entre 0 y 5

3.5. Análisis exploratorio de datos

Se realizo el análisis de cada una de las variables que componen el conjunto de datos, con el objetivo de descubrir la estructura general de los datos, para ello se aplico pruebas estadísticas básicas, teniendo en cuenta la naturaleza de cada variable.

3.5.1. Análisis descriptivo univariado.

En la Tabla 3 se puede observar un resumen de las variables cuantitativas con las medidas de tendencia central, promedio y mediana, así como las medidas de dispersión, desviación estándar y coeficiente de variación.

Tabla 3: Medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Max
NumeroHijos	4,890	1.756	1.406	0	5
PersonasNucleoFamiliar	4,890	3.536	1.120	1	5
IngresosMensuales	4,890	1,772.851	1,276.706	500	6,000

EgresosMensuales	4,890	1,497.014	1,095.214	400	5,500
GastoTransporte	4,890	6.696	3.075	3	15
PromedioAcademico	4,890	3.533	0.354	1.882	4.538

Variable género del estudiante: Entre población estudiantil hay similar cantidad de hombres y mujeres, 47 % son hombres y el restante 53 % son mujeres, en la Figura 3 podemos ver un diagrama de barras del género.

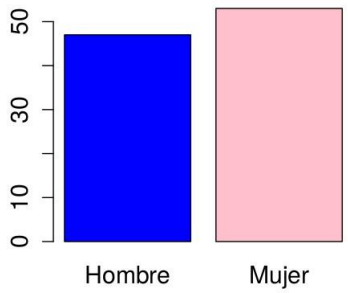


Figura 3: Diagrama de barras de género

Variable estado civil del estudiante: Casi la mitad de los estudiantes son casados (47 %), seguidos por los solteros que representan el 23 %, entre divorciados (12 %) y otros estados civiles (18 %) se tiene el restante 30 %. En la Figura 4 encontramos la distribución de esta variable.

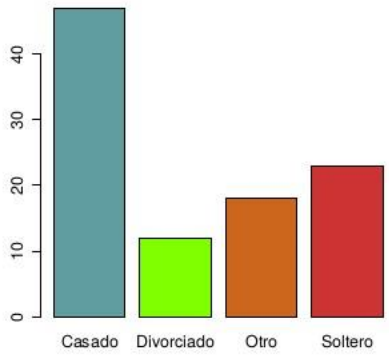


Figura 4: Diagrama de barras del estado civil

Variable vivienda del núcleo familiar del estudiante: En la Figura 5 se muestra la relación de estudiantes cuyo núcleo familiar tiene o no vivienda propia, se encontró que el 44 % no tienen casa propia y el restante 56 % si poseen una; las proporciones son similares para las dos categorías.

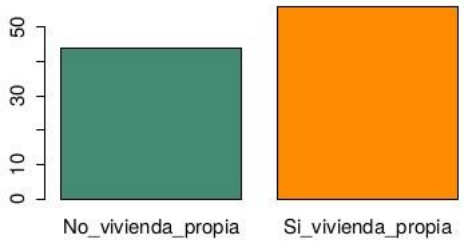


Figura 5: Diagrama de barras vivienda propia Variable gastos mensuales del núcleo familiar del estudiante

Analizando la variable de interés de la investigación, los gastos que realizan los integrantes del núcleo familiar del estudiante mensualmente, se caracterizan por concentrarse en valores entre $500.000 y $1.000.000, un poco más de la mitad se encuentran en dicho rango, lo cual hace que la distribución de dicha variable tenga un sesgo a la derecha, cómo se muestra en la Figura 6. En promedio las personas gastan $1.498.000 mensuales.

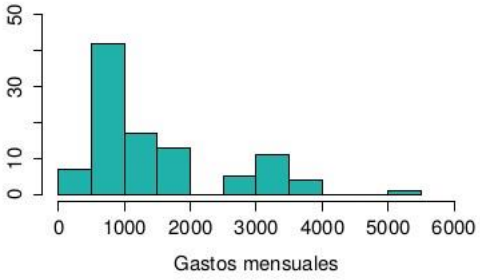


Figura 6: Diagrama de barras gastos mensuales Variable ingresos mensuales del núcleo familiar del estudiante

Analizando el comportamiento de los ingresos mensuales en el núcleo familiar del estudiante se puede establecer que tiene una distribución sesgada a la derecha, ya que la mayoría de los individuos tienen ingresos bajos, entre $500.000 y $1.000.000, y unas pocas personas poseen ingresos superiores a los $5.000.000. En promedio los individuos ganan $1.773.800 mensuales, el cual es un valor superior a los gastos mensuales. Se puede observar la gráfica de la distribución de los ingresos mensuales en la Figura 7.

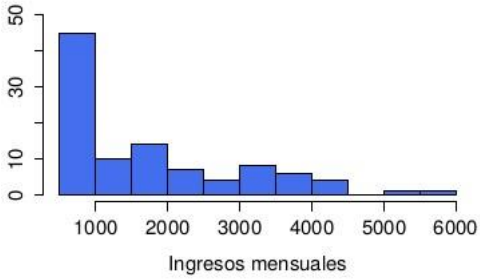


Figura 7: Diagrama de barras ingresos mensuales

Variable gasto diario en transporte del estudiante: Al aplicar estadísticos básicos sobre esta variable se encontró que en promedio el gasto diario en transporte de un estudiante es de $8.900, mientras que la mediana es de $6.000, por lo tanto se puede pensar que hay algún sesgo en la variable. Para verificar esto, se realizo el

histograma que se encuentra en la imagen 8, donde podemos observar que hay un dato que está alejado de los demás, ya que presenta un valor de $240.000 mientras que para los demás individuos, los valores están en un rango entre $3.000 y $15.000, así que podemos estar ante un error en la medición o en la transcripción de la información o tener en realidad un dato atípico que no es causado por un error.

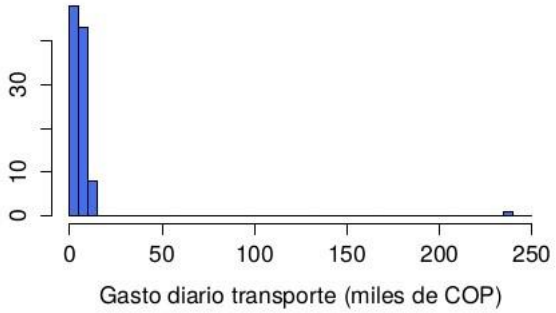


Figura 8: Diagrama de barras gasto diario en transporte

Variable número de personas por núcleo familiar: Un aspecto relevante para el desempeño académico del estudiante es el número de personas que conforma su núcleo familiar, ya que esto esta estrechamente relacionado con el apoyo económico que puede tener o no el estudiante. En promedio el núcleo familiar de un estudiante está conformado por 3 personas y esta tendencia se puede observar en la Figura 9.

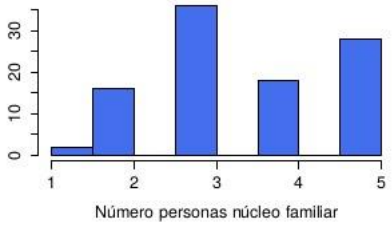


Figura 9: Histograma número de personas núcleo familiar

Variable estrato socioeconómico: Esta variable es un atributo de carácter ordinal, a la cual se le puede aplicar la frecuencia y la moda como medida de tendencia central y utilizar el diagrama de sectores o torta como forma de representación gráfica con el fin de establecer la distribución de cada estrato respecto al total de la población. Los datos utilizados para analizar el comportamiento de la variable estrato socieconomico se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4: Variable Estrato Socioeconómico

Estrato	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
1	538	11,00%	0,1100204499	0,1100204499
2	2250	46,00%	0,4601226994	0,5701431493
3	1907	39,00%	0,3899795501	0,9601226994
4	195	4,00%	0,0398773006	1
5	0	0,00%	0	1
Totales	4890	100,00%		

En la Figura 10 se representa gráficamente mediante un diagrama de sectores o de torta, la distribución de la población estudiantil por estratos; se puede observar que la mayor cantidad de observaciones se encuentran agrupadas en el estrato 2 con un porcentaje de ocurrencia del 46 %.

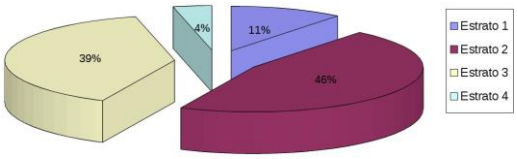


Figura 10: Diagrama de sectores

En el diagrama de barras de la Figura 11, la mayor cantidad de observaciones en la población ocurren en el estrato 2 con una frecuencia de 2250 que corresponde al estrato hacia el que tienden a agruparse las observaciones.

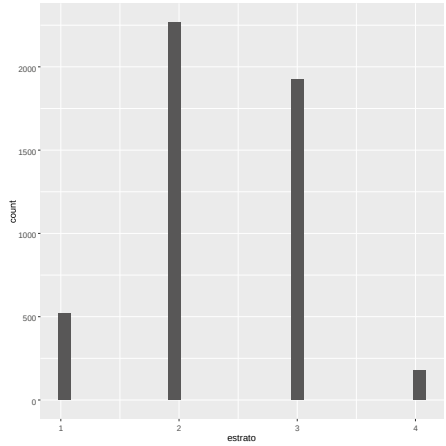


Figura 11: Distribución de la población por estrato socioeconómico

Variable promedio ponderado de carrera: El promedio ponderado de carrera es una variable de carácter cuantitativo de tipo continuo, a la que se le puede aplicar la media y la mediana como medidas de tendencia central. Se construyeron 5 intervalos de frecuencia de clase con el fin de facilitar el tratamiento y representación de los 4890 promedios de carrera de los estudiantes de pregrado de la IES, los cuales se muestran a continuación:

- Intervalo 1: promedios de carrera entre 0 y 1
- Intervalo 2: promedios de carrera entre 1,1 y 2
- Intervalo 3: promedios de carrera entre 2,1 y 3
- Intervalo 4: promedios de carrera entre 3,1 y 4
- Intervalo 5: promedios de carrera entre 4,1 y 5

Las frecuencias de clases registradas en la Tabla 5 muestra el comportamiento de la variable promedio ponderado respecto a cada uno de los intervalos de clase.

Tabla 5: Variable promedio ponderado de carrera

Intervalos de Promedios	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
0 – 1	0	0,00%	0	0
1,1 – 2	8	0,16%	0,0016359918	0,0016359918
2,1 – 3	264	5,40%	0,0539877301	0,0556237219
3,1 – 4	4174	85,36%	0,8535787321	0,909202454
4,1 – 5	444	9,08%	0,090797546	1
Totales	4890	100,00%		

La Figura 12 representa gráficamente el comportamiento de la variable promedio ponderado de carrera mediante histograma de frecuencias de clases.

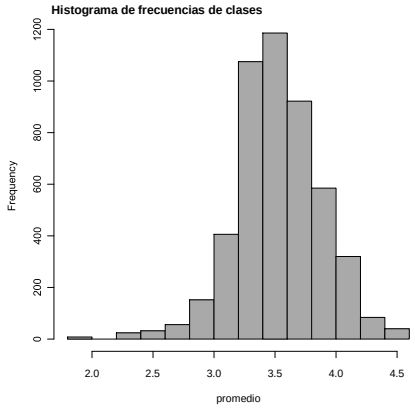


Figura 12: Histograma para promedio académico

La Figura 13 muestra gráficamente la estimación de densidad para la variable promedio ponderado de carrera, lo que sugiere que los datos siguen una distribución normal y que se puede aplicar un estimador con base en la media o la varianza.

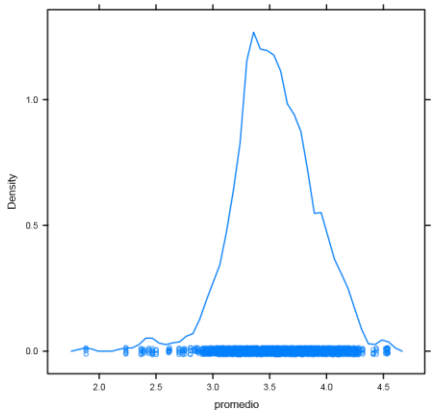


Figura 13: Estimación de densidad para promedio académico

Al aplicar la prueba de Shapiro-Wilk para validar el comportamiento normal de los datos, se obtiene una confianza de W=0,9857 y p-value 0,0001457, como el valor de confianza deseado es 0,05 y el valor obtenido es menor se afirma que los datos no se comportan de forma normal.

Shapiro-Wilk normality test data:
promedio W = 0.98516, p-value <2.2e-16

La Figura 14 muestra el diagrama de caja (box plot) que se construyo para visualizar gráficamente los datos atípicos que impiden que los datos alcancen el comportamiento normal.

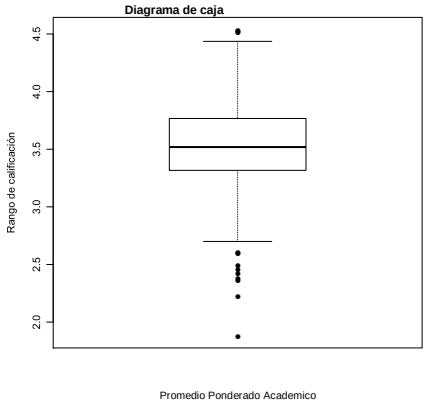


Figura 14: Diagrama de caja de la variable promedio

Se aplica la técnica de truncamiento para forzar que los datos se comporten de forma normal, para ello se ordenan los datos de mayor a menor y se eliminan 150 datos, 75 en cada extremo. Se aplica nuevamente la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, obteniendo esta vez un comportamiento de normalidad en los datos obtenidos:

Shapiro-Wilk normality test data:
promedio W = 0.98566, p-value = 3.387e-05

Se realiza nuevamente el diagrama de caja (box plot) y se confirma en la Figura 15 que ya no existen datos outline o atípicos.

Diagrama de caja

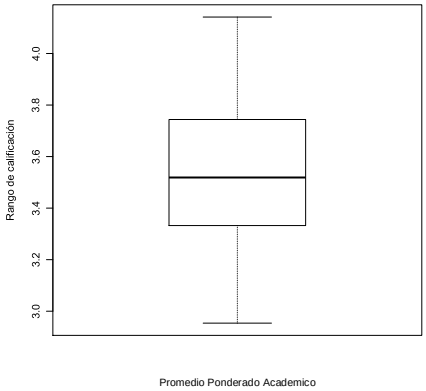


Figura 15: Diagrama de caja de la variable promedio truncada

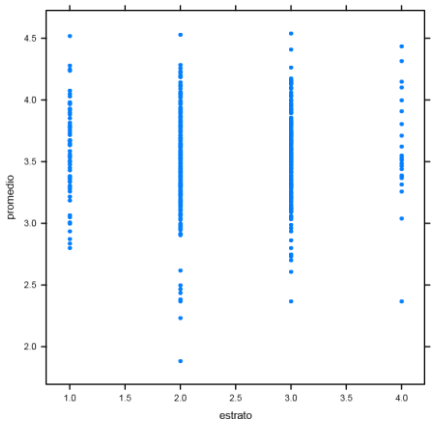


Figura 16: Diagrama de dispersión

3.5.2. Análisis descriptivo multivariado.

Después de haber analizado el comportamiento de cada una de las variables incluidas en el conjunto de datos de forma independiente, se realizará un análisis en conjunto de las variables, esto con el fin de establecer patrones que permitan correlacionar el comportamiento de dos o más variables.

Gasto mensual y variables sociodemográficas: Es indudable que el gasto mensual de las personas casadas que encabezan el núcleo familiar es mayor a el gasto de una persona soltera, por esta razón se presenta la Tabla 6 en la cual se resume el gasto mensual promedio por las distintas variables categóricas de aspecto sociodemográfico.

Tabla 6: Resumen gasto mensual vs variables sociodemográficas

Estado civil	Promedio gastos mensuales
Casado	1701.1
Divorciado	925.0

Otro	1500.0
Soltero	1380.4
Genero	
Hombre	1408.5
Mujer	1577.4
Nivel educativo	
Bachiller	946.2
Postgrado	2817.5
Primaria	989.1
Técnico	1110.9
Universidad	1564.3
Vivienda propia	
No vivienda	1121.6

El gasto mensual promedio de los estudiantes casados resulta ser más alto que el de los demás, esto puede ser debido a la mayor responsabilidad que se tiene; la diferencia del gasto entre estudiantes solteros y casados es en promedio de $321.000. En la imagen 17 podemos ver con más claridad las diferencias en el gasto por estado civil.

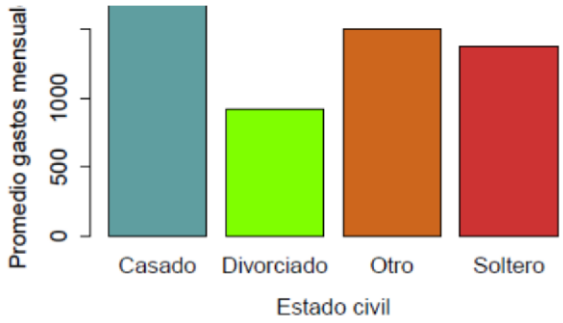


Figura 17: Diagrama de barras del gasto mensual por estado civil

El gasto mensual discriminado por el género nos muestra que las mujeres en promedio tienen un gasto superior al de los hombres y la diferencia es de aproximadamente $169.000, como se muestra en la imagen 18.

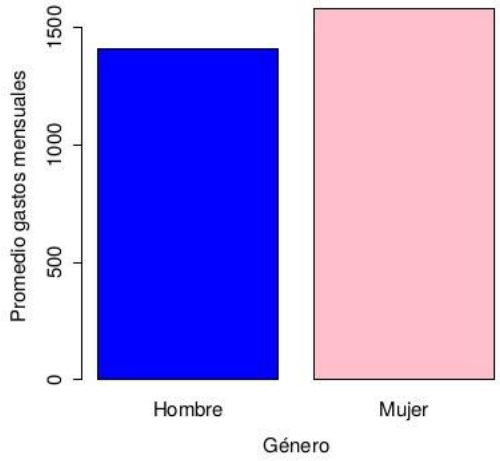


Figura 18: Diagrama de barras del gasto mensual por género

Al observar la Tabla 6, el gasto mensual promedio es diferente para cada nivel educativo, y refleja que entre mayor grado de escolaridad, mayores ingresos se tiene y mayores gastos se realizaran. El gasto mensual promedio entre las personas que conforman el núcleo familiar del estudiante, que tienen primaria o bachillerato es muy similar, pero al ser comparados con personas que tienen nivel de postgrado, la diferencia es notoria, en un factor de 1 a 3. La imagen 19 muestra el diagrama de barras del gasto promedio por nivel de educación entre las personas que conforman el núcleo familiar el estudiante.

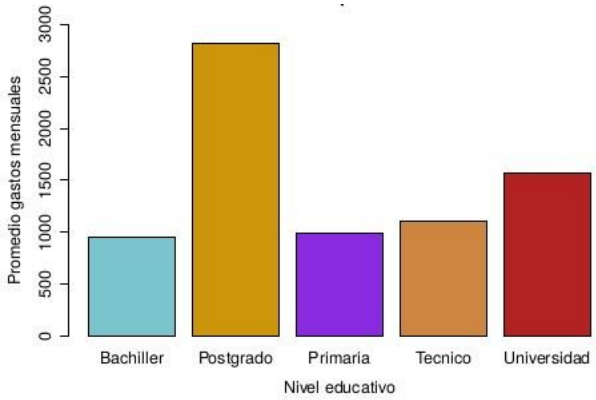


Figura 19: Diagrama de barras del gasto mensual por nivel educativo

En conjunción con lo anterior, es importante observar que los gastos mensuales difieren entre los estudiantes que poseen vivienda propia a aquellos que no la tienen, la diferencia es de $672.000 en promedio, lo cual se debe posiblemente a las responsabilidades en tributación e impuestos que se acarrean con la propiedad de un inmueble. El diagrama de barras en la imagen 20 nos deja ver con mayor claridad este hecho.

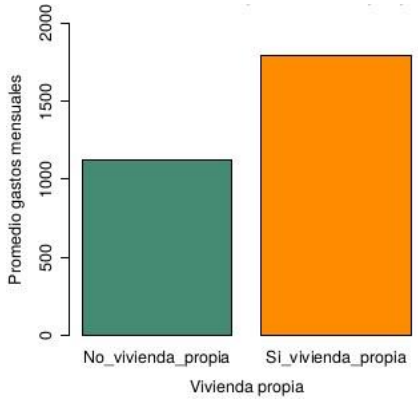


Figura 20: Diagrama de barras del gasto mensual por propiedad de vivienda

Gasto mensual y economía: El diagrama de dispersión de la Figura 21 muestra que hay una clara relación entre los gastos y los ingresos de los individuos, es una relación fuerte, lineal y positiva; al aumentar los ingresos, así mismo se aumentan los gastos, es un resultado natural, ya que los individuos con mayor poder adquisitivo pueden gastar mas dinero, hay proporcionalidad en estas dos variables. El coeficiente de correlación de Pearson entre gastos e ingresos es de 0.96, lo cual reafirma la hipótesis planteada afirmaciones.

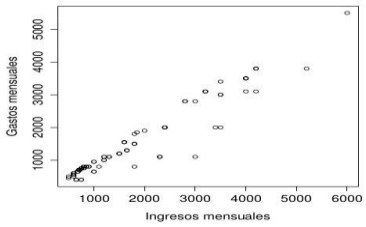


Figura 21: Diagrama de dispersión de ingresos vs gastos mensuales

Gasto mensual y transporte: Uno de los temas que afectan la economía de los estudiantes es sin lugar a dudas el transporte, cada día resulta más costoso el desplazamiento, las alzas en las tarifas se han dado de forma más constante, y en valores que golpean las finanzas del núcleo familiar.

En la imagen 22 se puede encontrar la matriz de correlación entre el gasto mensual, el tiempo de duración promedio de desplazamiento a la universidad y el gasto diario en transporte. Se puede observar que entre el gasto mensual y el tiempo promedio de un recorrido no hay una relación tan clara, en el rango entre 20 y 45 minutos el gasto puede ser alto o bajo, no hay nada definido. El coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables es de 0.15, un valor bajo que conduce a afirmar que no hay relación.

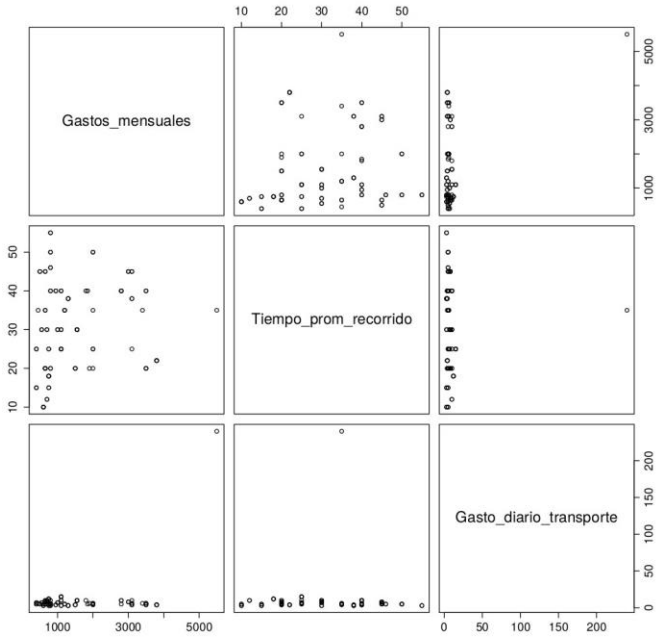


Figura 22: Matriz correlación gasto mensual vs transporte

Al analizar la relación entre gasto mensual y gasto diario en transporte se puede observar que existe cierta relación positiva y lineal, pero que está afectada por el dato atípico que ya se había identificado en la sección de análisis descriptivo univariado, el cual no permite ver con claridad lo que sucede entre estas dos variables. Lo que se espera intuitivamente es que a mayor gasto diario en transporte se tenga un gasto mensual total más alto. El coeficiente de correlación de Pearson es de 0.34 apenas, tal vez debido al dato atípico de $240.000.

Gasto mensual y núcleo familiar Se intenta establecer si el gasto mensual tiene relación con la cantidad de familiares que existen en el núcleo familiar. Se muestra la matriz de correlación en la imagen 23 donde observamos que no existe una relación notoria entre el gasto mensual y las variables de familia, por ejemplo, no hay gran diferencia entre los gastos mensuales cuando las personas que trabajan en el núcleo familiar son 1, 2 o 3, los niveles de gasto son muy similares.

Construcción de modelos

En esta fase se aplico sobre el conjunto de datos los algoritmos de Naïve Bayes, Red neuronal, KNN, J48 y SMO, utilizando como datos de entrenamiento el 70 % del total de registros y el 30 % restante para probar la precisión con que clasifica el algoritmo. Para

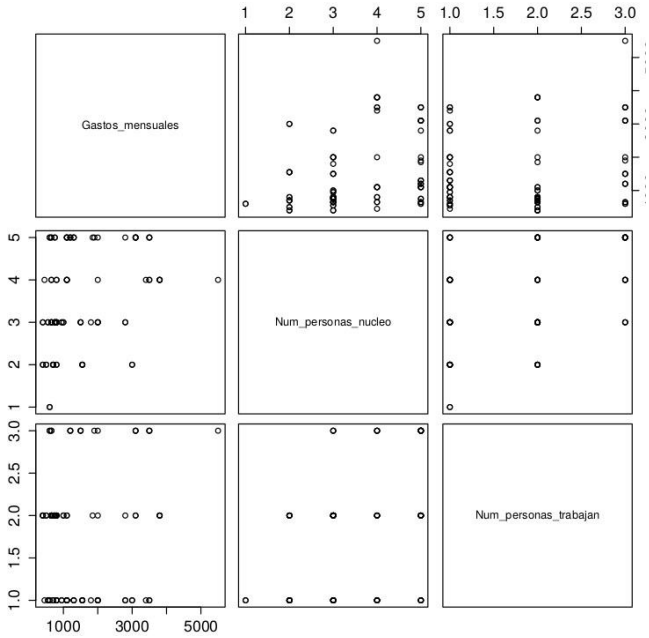


Figura 23: Matriz correlación entre gastos mensuales y variables del núcleo familiar

garantizar una correcta clasificación cada una de las veces que se aplica el algoritmo, se utiliza un filtro no supervisado denominado "randomize" que se encarga de seleccionar registros aleatoriamente del conjunto de datos. Se aplica 10 veces cada algoritmo sobre los datos para establecer cual de ellos realiza la clasificación con mayor precisión sobre los datos de prueba. El procedimiento realizado detalladamente es el siguiente:

1. Se cargan los datos en el software WEKA.
2. En la ventana de clasificación se selecciona la opción de "Percentage Split"(dividir porcentajes), lo que se intenta es que, de la totalidad de los datos se seleccione el 70 % como datos de entrenamiento y el 30 % restante como datos de prueba.
3. El resultado del análisis del 30 % de los datos de prueba, se registran en una tabla.
4. En la ventana de Preproceso se escoge un filtro no supervisado llamado Randomize (aleatorizar) y se aplica,
5. este proceso toma el 100 % de los datos y los selecciona aleatoriamente.
   Se aplica nuevamente la opción de Percentage Split (dividir porcentajes) y se registra en la tabla el resultado obtenido sobre el 30 % de los datos de prueba.
6. Se repiten los pasos 4 y 5, 10 veces y se registran los resultados obtenidos en la tabla.
7. Se suman los 10 datos registrados en la tabla y se dividen en 10, para obtener el promedio de los datos analizados.

8. Este proceso se hace de la misma forma para todos los algoritmos (NaÏve Bayes, Red Neuronal, KNN, J48 y SMO).

A continuación, se presentan las tablas con los resultados obtenidos para cada algoritmo de minería de datos que se aplicó. Los resultados incluyen la cantidad y porcentaje de instancias clasificadas correctamente e incorrectamente, además de la matriz de confusión.

3.6.1. Naïve Bayes.

En la Tabla 7, se ilustran los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo Naive Bayes a los datos de la población, donde se realizó la selección del conjunto de datos 10 veces y se obtuvo un promedio.

Tabla 7: Resultados Clasificación Naïve Bayes

NAÏVE BAYES
Total Instancias (4890) 30% (1467)
(a) Buen Promedio (b) Mal Promedio

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	1012	68,984	455	31,016	377	455	635	0
2	1031	70,279	436	29,720	372	436	659	0
3	1038	70,756	429	29,243	384	429	654	0
4	1022	69,667	445	30,334	393	445	629	0
5	1037	70,688	430	29,312	391	430	646	0
6	1024	69,802	443	30,198	394	443	630	0
7	1039	70,825	428	29,175	405	428	634	0
8	1014	69,120	453	30,880	384	453	630	0
9	1009	68,780	458	31,220	364	458	645	0
10	1011	68,916	456	31,084	374	456	637	0
Promedio	**1023,7**	**69,7817**	**443,3**	**30,2182**	**384**	**443**	**640**	**0**

RESULTADO: De los 4890 registros que conforman el conjunto de datos, se utiliza el 70 % para entrenar el algoritmo y el 30 % para probar la eficiencia (1467). El proceso se realizo 10 veces, obteniendo 1024 datos clasificados correctamente y 443 datos incorrectamente. Con un 69,8 % de los datos clasificados correctamente. Para este conjunto de datos el algoritmo presenta una predicción deficiente, ya que 6 de las 10 instancias fueron clasificados como incorrectas en la Tabla 7.

3.6.2. Red neuronal.

El cálculo de la clase (a) se realiza mediante la siguiente operación (numero de atributos + numero de clases)/2, esto quiere decir que se toman los (10) atributos del conjunto de datos, se le suma (1) clase y el resultado se divide en 2, obteniendo como resultado 5,5; esto significa que la red neuronal genera 6 nodos ocultos, dando como resultado dos datos de salida: buen ó mal promedio, como muestra la Figura 24:

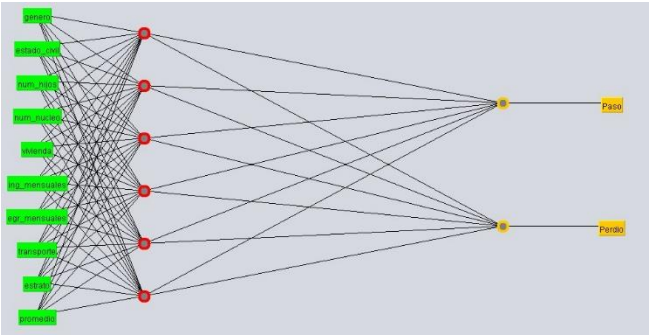


Figura 24: Diagrama red neuronal - Perceptrón clase (a)

Tabla 8: Resultados red neuronal - Perceptrón clase (a)

PERCEPTRÓN (a)
Total Instancias (4890) 30% (1467)
(a) Buen Promedio (b) Mal Promedio

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	802	54,669	665	45,331	588	244	214	421
2	808	55,078	659	44,922	808	0	0	659
3	752	51,261	715	48,739	475	338	277	377
4	746	50,852	721	49,178	295	543	451	178
5	773	52,693	694	47,307	311	510	462	184
6	837	57,055	630	42,945	837	0	0	630
7	833	56,783	634	43,217	833	0	0	634
8	768	52,352	699	47,648	257	580	511	119
9	761	51,875	706	48,155	316	506	445	200
10	775	52,829	692	47,171	460	370	315	322
Promedio	**785,5**	**53,5447**	**681,5**	**46,46131**	**518**	**309**	**268**	**372**

La clase (i) es igual al numero de clases y al numero de atributos del conjunto de datos, para este caso (10), razón por la que se generan (10) nodos intermedios que finalmente producen dos datos de salida: buen y mal promedio, como muestra la Figura 24

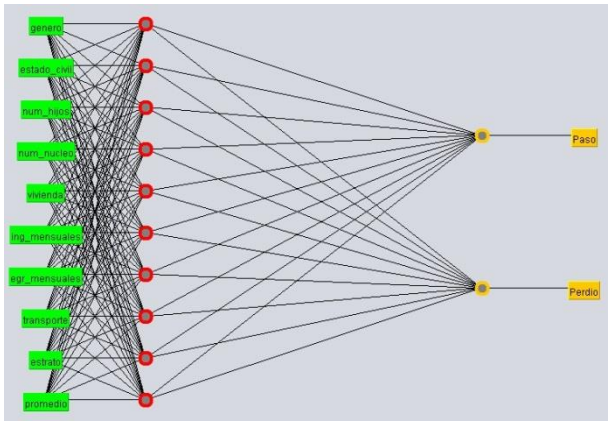


Figura 25: Diagrama red neuronal - Perceptrón clase (i)

Tabla 9: Resultados red neuronal - Perceptrón clase (i)

PERCEPTRÓN (i)
Total Instancias (4890) 30% (1467)
(a) Buen Promedio (b) Mal Promedio

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	782	53,306	685	46,694	461	369	321	316
2	834	56,851	633	43,149	816	21	18	612
3	812	55,351	655	44,649	743	77	69	578
4	838	57,123	629	42,877	838	0	0	629
5	820	55,896	647	44,104	792	43	28	604
6	707	48,194	760	51,806	276	587	431	173
7	765	52,147	702	47,853	361	475	404	227
8	837	57,055	630	42,945	692	148	145	482
9	802	54,669	665	45,331	678	177	124	488
10	768	52,352	699	47,648	364	431	404	268
Promedio	**796,5**	**54,2944**	**670,5**	**45,7056**	**602**	**233**	**194**	**438**

La clase (t) es igual (numero de atributos + numero de clase)+1, esto quiere decir se toman los (10) tributos del conjunto de datos, se le suma (1) como numero de clases y al resultado se le suma 1, obteniendo como resultado 12 nodos intermedios que finalmente producen dos datos de salida: bueno y mal promedio, como muestra la Figura 26:

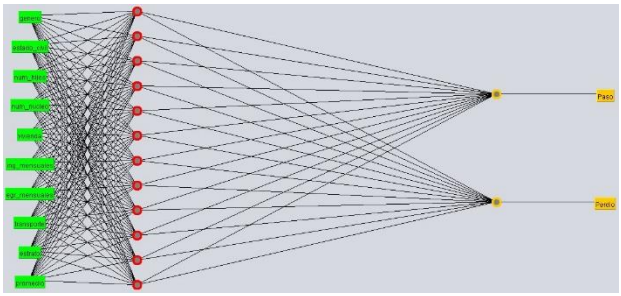


Figura 26: Diagrama red neuronal - Perceptrón clase (t)

Tabla 10: Resultado Red neuronal - Perceptrón (t)

PERCEPTRÓN (t)
Total Instancias (4890) 30% (1467)
(a) Buen Promedio (b) Mal Promedio

Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	772	52,624	695	47,376	336	459	436	236
2	768	52,352	699	47,648	448	678	320	321
3	811	55,283	656	44,717	796	25	15	631
4	735	50,102	732	49,898	257	590	478	142
5	746	50,852	721	49,148	264	571	482	150
6	775	52,828	692	47,172	277	551	498	141
7	752	51,261	715	48,734	266	566	486	149
8	785	53,510	682	46,489	738	78	47	604
9	737	50,238	730	49,762	233	617	504	113
10	802	54,669	665	45,331	755	51	47	614
Promedio	**768,3**	**52,3719**	**698,7**	**47,6275**	**437**	**419**	**331**	**310**

RESULTADO: El algoritmo de Redes Neuronales, permite analizar el comportamiento las clases (a,i,t), los resultados son muy similares, obteniendo la tasa de fallos entre un 46 % y 47 %, siendo mejor el perceptrón correspondiente a la clase (i), con un error del 45,70 %, disminuyendo el error con respecto a las clases (i, t), respectivamente.

3.6.3. IBK-NN.

El método de los k-vecinos o k-nn es un método retardado y supervisado (pues su fase de entrenamiento se hace en un tiempo diferente al de la fase de prueba) cuyos argumentos principales son la distancia entre instancias o prototipos.
El método consiste básicamente en comparar la nueva instancia a clasificar con los k datos más cercanos conocidos, y dependiendo del parecido entre los atributos el nuevo caso se ubicará en la clase que más se acerque al valor de sus propios atributos.

Tabla 11: Matriz de confusión KNN

a	b	Clasificación
639	190	a Buen promedio
309	331	b Mal promedio

KNN
(a) Tes Negativo (b) Tes Positivo

KNN	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	926,8	63,09475	540,2	36,82345	554	282	373	258
2	906,5	61,86093	559,5	38,13907	696	127	231	412
3	924,4	62,60396	548,6	37,39604	551	272	367	277
4	925,8	63,10839	541,2	36,89116	669	157	249	393
5	954,2	65,0443	512,8	34,9557	582	247	372	266
6	966,4	66,77594	500,6	34,1241	672	152	284	360
7	994,7	68,80504	472,3	32,19496	609	218	386	254
8	1009,6	68,82073	457,4	31,17927	695	133	315	324
9	1027,1	70,01363	439,9	29,88737	640	194	388	246
10	1042,8	71,08384	424,2	28,91616	703	122	340	303
Promedio	967,83	66,121151	499,67	34,050724	636,87	190,46	330,5	309,15

Figura 27: KNN

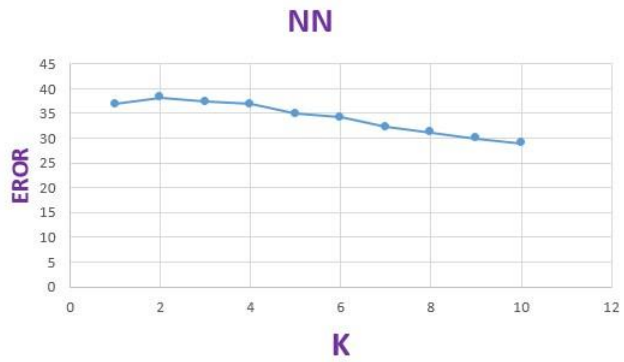


Figura 28: Error KNN

3.6.4. J48.

El árbol de decisión que se muestra en la Figura 29, permitió identificar visualmente tres variables que resultan determinantes para comprender el comportamiento de los datos. La variable num_hijos se comporta como la raíz del árbol, para indicar que los núcleos familiares que tienen un hijo componen una de las ramas y los que tiene dos o mas hijos componen otra. Las otras dos variables identificadas (transporte e ing_mensuales) en el árbol pertenecen a información socioeconomica proporcionada en el conjunto de datos.

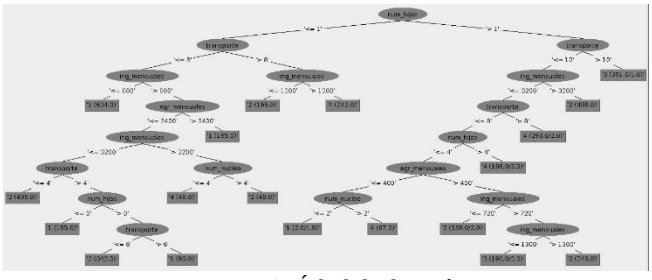


Figura 29: Árbol de decisión

Tabla 12: Resultados Algoritmo J48

J48 Total Instancias (4890) 30% (1467) (a) Buen Promedio (b) Mal Promedio								
Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	1467	100,000	0	0,000	832	0	635	0
2	1467	100,000	0	0,000	808	0	659	0
3	1467	100,000	0	0,000	813	0	654	0
4	1467	100,000	0	0,000	838	0	629	0
5	1467	100,000	0	0,000	821	0	646	0
6	1467	100,000	0	0,000	837	0	630	0
7	1467	100,000	0	0,000	833	0	634	0
8	1467	100,000	0	0,000	837	0	630	0
9	1467	100,000	0	0,000	822	0	645	0
10	1467	100,000	0	0,000	830	0	637	0
Promedio	**1467**	**100**	**0**	**0**	**827**	**0**	**640**	**0**

RESULTADO: Se puede concluir del análisis realizado con el algoritmo J48, que es un buen clasificador para este conjunto de datos, ya que presenta un 100 % de datos clasificados correctamente. *3.6.5.* *SMO.* Los datos obtenidos después de aplicar el algoritmo SMO al conjunto de datos se encuentran registrados en la tabla 13.

Tabla 13: Resultados Algoritmo SMO

SMO Total Instancias (4890) 30% (1467) (a) Buen Promedio (b) Mal Promedio								
Pruebas	Instancias Correctas Clasificadas	% Correctas Clasificadas	Instancias Incorrectas Clasificadas	%Instancias Incorrectas Clasificadas	MATRIZ DE CONFUSIÓN			
					Correctos (a)	Incorrectos (a)	Correctos (b)	Incorrectos (b)
1	800	54,533	667	45,467	697	135	103	532
2	783	53,374	684	46,626	705	103	78	581
3	813	55,419	654	44,581	813	0	0	654
4	825	56,237	642	43,763	464	374	361	268
5	821	55,965	646	44,035	821	0	0	646
6	831	56,646	636	43,354	507	330	324	306
7	801	54,601	666	45,399	725	108	76	558
8	825	56,237	642	43,763	493	344	332	298
9	804	54,806	663	45,194	712	110	92	553
10	815	55,556	652	44,444	466	364	349	288
Promedio	**811,8**	**55,3374**	**655,2**	**44,6626**	**640**	**187**	**172**	**468**

En los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo SMO, se analiza que se reducen las instancias clasificadas incorrectamente hasta un 44 %, pero es notable que la mayor cantidad de instancias clasificadas incorrectamente se da en la clase (b)= 468, lo cual es inversamente proporcional con las instancias clasificadas correctamente en la clase (a)=640.

CONCLUSIONES

- Los estudiantes que afirman vivir en estrato socioeconómico 1 tienen un 62 % de influencia en los promedios de carrera que superan 3.5, en contraste a lo que sucede en el estrato 2, puesto que las diferencias entre los promedios se mantienen en igual número. En el estrato tres las notas que superan el tres con cinco es de 53 % lo que permite afirmar que el estrato en que vive la persona si influye de manera determinante en la obtención de mejores promedios de carrera.

- El estrato socioeconómico incide en el rendimiento académico de los 4890 estudiantes de la Universidad de los Llanos, se ha establecido que este aspecto esta íntimamente ligado al bienestar y la necesidad de obtener dinero para subsanar los gastos de manutención básicos, esta estrecha relación entre dinero y bienestar deja en evidencia aspectos que afectan el desarrollo intelectual y por lo tanto académico del estudiante.
- Al analizar a nivel socioeconómico los factores asociados con la deserción, se observa que a lo largo del período estudiado éstos son un determinante constante respecto de las demás causas, y si se tiene en cuenta que el estrato socioeconómico de la población estudiantil en los programas de pregrado de la universidad, se concentra en los estratos 1, 2 y 3 con un 97.0 %, evidencia la capacidad económica de los hogares de los estudiantes.
- Los gastos que realizan las personas están relacionados con variables sociodemográficas las cuales incluyen características intrínsecas como el género y otras en las cuales las instituciones públicas del estado tienen injerencia como el nivel educativo.
- También existe relación entre el gasto mensual y los ingresos mensuales, una relación económica natural, y posiblemente la más importante que se pueda encontrar, a partir del análisis del conjunto de datos.

REFERENCIAS

[1] Perez, M., (2014), Mineria De Datos. La Metodología Crisp-DM de IBM. El lenguaje Clem e IBM SPSS Modeler

[2] Escrito por varios autores. (2013). Libro Blanco de Inteligencia Institucional de Universidades. Editado por la Oficina de Cooperación Universitaria. Madrid, España.

[3] Constantino Malagón Luque. "Clasificadores Bayesinos" El algoritmo Naïve Bayes. 14/05/2003: p.p. 2-25.

[4] Rodríguez, J., Rojas, E, y Franco R. (2007). Clasificación de Datos Usando el Método de k-nn. Vol. 4, # 1; p.p. 2-15.

[5] Rodríguez, A., y Heredero, G., http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/0506/13mem.pdf.

[6] Hernández J., Ramírez J. y Ferri R. (2008). Introducción a la minería de datos. Madrid, España. Editorial: Pearson Prentice Hall.

[7] Pérez, C. y González D. (2007) Minería de datos Técnicas y herramientas. Madrid, España. Editorial: Thomson.

[8] Canavos, G. (1988). Probabilidad y estadística: Aplicaciones y métodos. Virginia Commonwealth University. Editorial McGraw Hill.

[9] Rodrigo Lorente Sanjurjo. Eugenio Hernández Martínez. Minera de datos aplicada a la detección de Cáncer de Mama. Universidad Carlos III de Madrid, p.p. 6 – 7.

[10] Malagón, E., Soto H. y Eslava M. (2007). La deserción en la Universidad de los Llanos (1998-2004). Revista Orinoquia. Volumen 11 - Nº 1.

[11] Weka explorer user guide for version 3-3-4 – Richard Kirkby, Universidad de Waikato, 2003.

[12] Capítulo 8 de Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations. Witten, Frank. 2000 Morgan Kaufmann Publishers.

[13] Hilera, J. y Martinez, V. (1996). Redes Neuronales Artificiales Fundamentos, modelos y aplicaciones. Editorial Alfaomega - Rama.

[14] WEKA, Waikato Environment for Knowledge Analysis. Weka 3: Data Mining Software in Java. [Software]. Weka 3.4.7, 2005. Disponible en: URL: http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka.

[15] Rodriguez, J. (2010). Fundamentos de Minería de Datos. Bogota DC, Colombia.

Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

[16] Berry, M. y Linoff, G. (1997). Data Mining Techniques. Editorial Wiley.

[17] Hand, D., Mannila, H. y Smyth, P. (2001). Principles of Data Mining. United States: The MIT Press.

[18] Haykin, Simon. (1999). Neural Networks. Editorial Prentice Hall.

[19] Kantardzic, Mehmed. (2001). Data Mining: concepts, models, methods, and algorithms. United States: Wiley – Interscience.

[20] Pyle, Dorian. (1999). Data Preparation for Data Mining. United States: Morgan Kaufmann.

[21] Mena, J. (1999). Data Mining your Website. United States: Digital Press.

[22] Skapura, D. y Freeman, J. (1993). Redes neuronales. Algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación, España: Díaz de Santos.

[23] Han, Jiawei y Kamber, Michelin. (2001) Data Mining Çoncepts and Techniques". Editorial Morgan Kaufmann Publishers.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MODELO DE INGRESO A UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLOGICO - SIMULADO A TRAVÉS DE DINAMICA DE SISTEMAS

MODEL FOR ADMISSION TO TECHNOLOGY DEVELOPMENT CENTER - THROUGH SIMULATED SYSTEM DYNAMICS

HENRY MONTAÑA QUINTERO
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
hmontana@gmail.com

JOSÉ VICENTE REYES MOZO
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
jovireyesm@gmail.com

PABLO EMILIO GARZÓN CARREÑO
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
pegarzonc@udistrital.edu.co

GIOVANNY MAURICIO TARAZONA BERMÚDEZ
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
gtarazona@udistrital.edu.co

RESUMEN

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ha establecido diferentes convenios interinstitucionales; uno de ellos fue con la Secretaria de Desarrollo Económico SDD, para recibir personas con ideas de proyectos a desarrollar. El proceso de ingreso y permanencia, se fijó de acuerdo a las políticas del convenio, para la cual se fijaron convocatorias de ingreso continuamente disponibles a recibir ideas de emprendimientos; la administración del centro se basa en varias etapas las cuales inician con el proceso de inscripción, la siguiente etapa inicia cuando el proyecto es aceptado, se verifica y se entrevista, en donde se le preguntan algunos aspectos relacionadas con la idea o proyecto que quiere realizar, además de verificar el estado actual del emprendimiento o idea, luego las etapas siguientes están descritas en la metodología utilizada por el centro de emprendimiento. El centro de emprendimiento mantiene cierta cantidad de emprendedores que han ingresado

paulatinamente para que se les acompañe con su idea; teniendo en cuenta que el centro de emprendimiento cuenta con profesionales del área técnica para facilitar el desarrollo del producto. Algunos de estos emprendimientos debido a diferentes situaciones, como el rendimiento de la idea, requerimientos económicos, y tiempo entre otros, desertan de la ayuda que se les está ofreciendo. Finalmente lo que se propone a través de este documento es analizar el sistema a través de las diferentes variables que se manejan para dichos emprendimientos, con el fin de retroalimentar el proceso de dicho centro de emprendimiento.

PALABRAS CLAVES

Emprendimiento, Dinámica de Sistemas, Diagrama de Forrester

INTRODUCCION

Colombia en las últimas décadas ha visto en el emprendimiento una herramienta de desarrollo y de generación de empleo a través de la incubación de proyectos y empresas que ayudan con la solución de problemas locales, regionales o nacionales. Dado esto, el incremento de los centros de emprendimiento aumentó, además la política sobre emprendimiento (Colombia, 2006) e innovación ha hecho que las instituciones de educación superior creen centros de emprendimiento y apoyen a sus estudiantes a través de asignaturas (Crawford, Mayer, & Mhlanga, 2013) o herramientas que permiten el auge de proyectos que generan innovación no solo a nivel nacional.

Dadas las normas sobre emprendimiento(DNP, 2015), se crea Zasca Tecnología como un centro piloto de emprendimiento de base tecnológica con énfasis en TIC's(Burley, 2009) y MECATRONICA, que nace como un convenio entre la Secretaria de Desarrollo Económico SDDE y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas UDJFC. Durante el funcionamiento, se han realizado convocatorias para el ingreso de emprendedores al proceso de acompañamiento, estas convocatorias han sido de tres tipos, a) En universidades, b) A la población en general y finalmente, c) se convocan los beneficiarios de los proyectos EMPRENDETRONIKA(Olea, Garzón, & Montaña, 2014), EMPRENDETIC Y SUE (proyectos de emprendimiento en fase de ideación desarrollados por la SDDE durante los años 2013 y 2014). Adicionalmente se puede evidenciar que es necesario de una metodología para el desarrollo de producto o de software según corresponda a el área, esto para que cada uno de los participantes pueden desarrollar lo que se han propuesto, el objetivo es verificar que el proyecto se ha finalizado con éxito, y de acuerdo a estos estudios unificar criterios y poder presentar un modelo de desarrollo de producto y de software con beneficios que se tendrán durante el proceso y seguimiento del desarrollo a través de estos.

Como centro piloto de desarrollo tecnológico, se ve la necesidad de realizar estudios basados en la experiencia de los primeros meses de funcionamiento, a través de herramientas de dinámica de sistemas(Aracil, 1995) y poder así determinar aspectos como: Posible crecimiento de beneficiarios; tiempos de atención de cada una de las fases; número de coach necesarios para realizar el proceso de acompañamiento; necesidades de capacidad física, entre otras, que permitan hacer una proyección para la planificación futura del centro o un proyecto a desarrollar (Jaén & Dyner, 2008).

ZASCA TECNOLOGIA CASO DE ESTUDIO

El centro de emprendimiento, se basa en la mezcla de metodologías de emprendimiento Internacionales, que se materializan en cinco fases de emprendimiento para el acompañamiento a los beneficiarios (IDEACIÓN, CREACIÓN, CONSOLIDACIÓN, PRE ACELERACIÓN, ACELERACIÓN)

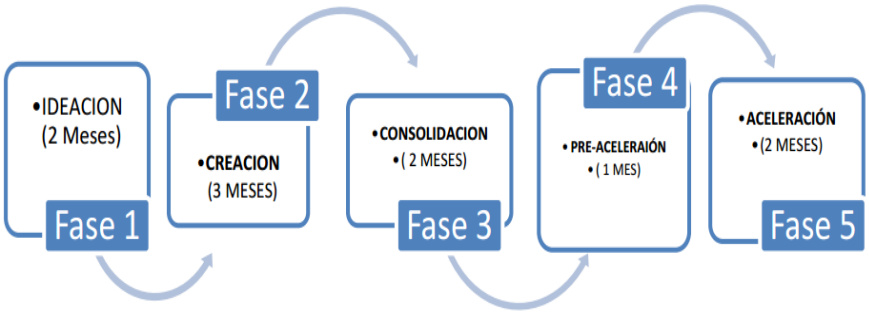


Figura 1. Fases de emprendimiento en Zasca Tecnología. Fuente: Zasca Tecnología

Todo emprendedor que quiere ser beneficiario del centro de emprendimiento se somete a un proceso de selección que inicia con una entrevista, en la cual dos Asesores (Emprendimiento, Innovación) escuchan al emprendedor, aplican unas preguntas guiadas que permiten evaluar el perfil del emprendedor, potencial de innovación de la propuesta y el carácter de base tecnológicas en la áreas del centro (TIC-MECATRONICA), una vez se surte este proceso, el emprendedor seleccionado, inicia un acompañamiento, este proceso se hace con expertos en cada una de las áreas antes mencionadas.

MODO DE OPERACIÓN DE ZASCA

➢ Proceso de Convocatoria

El proceso de convocatoria es clave para atraer a los futuros emprendedores a inscribirse en el centro de emprendimiento. Para esto se hacen talleres en las universidades donde hay programas afines a las áreas de base tecnológica definidas por el centro (TIC – MECATRONICA), dado que este es el nicho principal de emprendedores con ideas de productos o servicios afines al centro; también se hace una convocatoria abierta a todo tipo de personas que tiene una idea que se enmarca en el centro, lo cual permite la llegada de posibles beneficiarios ajenos a las universidades. Finalmente se convocan a los beneficiarios de años anteriores de proyectos de ideación de la SDDE como son EMPRENDETIC, EMPRENDETRONIKA Y SUE. De todos los emprendedores inscritos y beneficiarios se dispone de información como: Sexo, Edad, Localidad, Universidad, entre otros.

Inscripción de Beneficiarios. De los datos de cada uno los emprendedores se extraen las siguientes variables con el fin de ser analizadas:

- Universidades (Sexo, Edad, Universidad, Localidad)
- Independientes (Sexo, Edad, Localidad)
- Proyectos Especiales (SUE, EMPRENDETIC, EMPRENDETRONIKA)

➢ Selección de emprendedores

Aunque el proceso de convocatoria es clave, también lo es la Entrevista, ya que es el proceso en el cual el emprendedor o equipo de emprendimiento se acerca a Zasca Tecnología y expone a los Asesores (Emprendimiento e Innovación) su idea para determinar si ingresa al Centro como beneficiario. En este momento se determina el potencial emprendedor del equipo, el potencial de innovación de la idea, se evalúa si la idea es de base tecnológica en TIC y MECATRONICA y se determina en qué fase ingresa el emprendimiento. En promedio una entrevista personalizada toma un tiempo entre 20 y 40 minutos, por lo cual se hace una agenda de entrevistas en la cual se informa al emprendedor la hora y fecha de la misma, y es necesario agendar a los asesores de emprendimiento e innovación, asignar recursos físicos (sala de entrevistas) y recursos logísticos (personal para toma de datos, registro en audio de la entrevista, registro fotográfico de los emprendedores, registro documental del proceso) para este proceso.

Programación Entrevistas. Una vez analizados los datos se extraen las siguientes variables para ser analizadas:

- No. Coach (asesores)
- Disponibilidad
- Capacidad Instalada (Sala de entrevistas)

➢ Acompañamiento y avance en las diferentes fases

Una vez se hace la entrevista, y se determina el ingreso como beneficiario del emprendedor o equipo de emprendimiento en Zasca Tecnología, el emprendimiento es codificado e inicia el proceso de acompañamiento que tienen tiempos entre 2 y 3 meses según la fase de emprendimiento. Cuando termina el acompañamiento se hace una evaluación de fase que determina: si continúa a la siguiente fase; sigue en la fase en que entro; o sale del centro. El proceso de acompañamiento en gran medida es realizado por el personal del centro de emprendimiento, lo cual limita la cantidad de emprendimientos que puede llegar a tener el Centro, igual que la capacidad disponible que es de 30 puestos de trabajo doble, con lo cual en una determinada franja solo es posible tener 30 emprendimientos al tiempo en el centro.

Admitidos. En este proceso se extraen las siguientes variables para ser analizados:

- Ideación
- Creación – Consolidación
- Pre aceleración – Aceleración
- Instalaciones
- No. Coach (Asesores)

DINAMICA DE SISTEMAS

Según (Aracil, 1995) “hablamos de un sistema como de un objeto dotado de alguna complejidad, formado por partes coordinadas, de modo que el conjunto posea una cierta unidad, que es precisamente el sistema”; y adicionalmente el mismo expresa que “un sistema, en este sentido, lo entendemos como una unidad cuyos elementos interaccionan juntos, ya que continuamente se afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común” (Blythe, 2013).

Actualmente muchos proceso antes de implementarse son simulados para poder prever como su comportarían en la realidad, para esto se hace el respectivo análisis y se toma cada una de las variables intervinientes, ya que de un sistema no solo sabremos su conformación, además debemos saber su comportamiento, y las variables que interactúan con él (Sterman, 2002); conociendo el sistema permite que a

través de herramientas de dinámica de sistemas se puedan resolver problemas concretos, estableciendo la relación entre cada una de las variables intervinientes del sistema; adicionalmente a través de una herramienta se simulan y así se puede predecir la realidad.

Adicionalmente, la dinámica de sistemas permite modelar procesos que cambian continuamente en el tiempo; y a través de herramientas como VENSIM poder simular un proceso y así asegurar que el modelo propuesto tiene una aceptación muy aproximada a la realidad, ya que un sistema dinámico cambia continuamente, permitiendo evaluar las diferentes variables intervinientes(Building, Hall, Street, Lafayette, & Kempf, 2006), además se pude predecir el estado futuro del sistema mediante herramientas de simulación; existen diferentes etapas que permiten modelar un sistema y poder simularlo, estas etapas son los diagramas causales, y diagramas de forrester los cuales presentan el modelo final del sistema(Fisher, 2005). Para diseñar los diagramas causales (Forrester, n.d.-a) se deben listar las variables involucradas en el sistema, las cuales permiten mostrar el comportamiento del sistema, además que permite conocer la estructura del sistema, las cuales pueden ser exógenas que intervienen en el sistemas pero no hacen parte de él, y las variables endógenas que intervienen en el sistema y hacen parte de él (Forrester, n.d.-b). Bajo estas condiciones y con las variables seleccionadas se procede a elaborar el modelo y simularlo.

MODELO CAUSA Y EFECTO

El modelo general causa efecto del centro de emprendimiento de base tecnológica Zasca Tecnología, es básicamente un modelo de nacimiento y muertes, donde los nacimientos son los nuevos emprendimientos que llegan al centro, y las muertes se asimilan a los emprendimientos que logran terminar el proceso descrito en numerales anteriores. En el proceso hay una alta deserción por parte de los emprendedores. El modelo general se muestra en la figura 2.

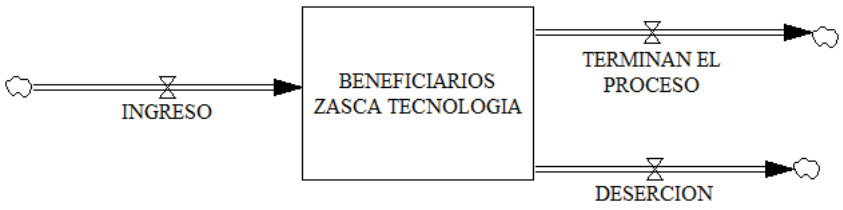


Figura 2. Modelo general de ingreso a Zasca Tecnología. Fuente: Autores

El esquema anterior es una aproximación al modelo de ingreso al centro de emprendimiento, pero es necesario hacer un modelo preciso, para lo cual es necesario tener en cuenta más variables y hacer una descripción clara del proceso de ***convocatoria, entrevista, acompañamiento y avance en las diferentes fases de emprendimiento***.

REQUERIMIENTOS Y LEVANTAMIENTO DE DATOS

Para hacer el modelo propuesto, se tomaron como insumo las bases de datos del centro de emprendimiento Zasca Tecnología del periodo comprendido entre mayo y septiembre de 2015, para esto tomaron como base de 193 proyectos. Los datos fueron clasificados y se obtuvieron los siguientes resultados respecto a algunos parámetros necesarios para el modelo.

ANALISIS DE RESULTADOS

Inscripción. A continuación se muestran los datos de inscripciones realizadas durante los meses de junio a septiembre en el centro de emprendimiento; allí se puede observar que en agosto se tiene la mayor cantidad de inscripciones, pero que en septiembre aunque disminuye, esto lo se hace notablemente.

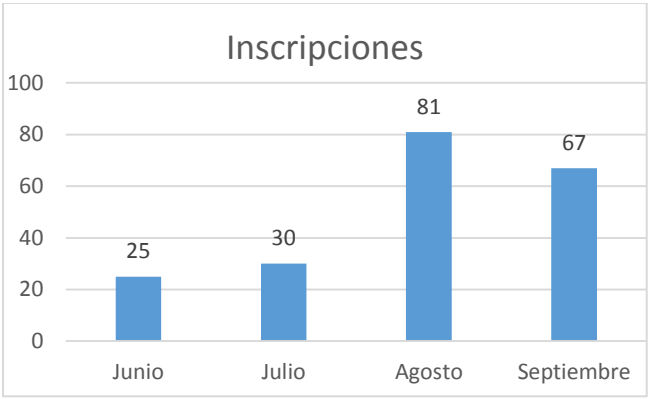


Figura 3. Inscripciones julio a septiembre. Fuente: Autores

Entrevistas. A continuación se muestran las entrevistas realizadas durante los meses de Mayo a Septiembre; allí se puede observar que a partir de agosto, el incremento de entrevistar es del doble con respecto de los meses anteriores, y a partir de este mes seguramente el promedio del número de entrevistas estará alrededor del dato del mes de agosto.

Procedencia del emprendimiento. Según los datos consignados por los emprendedores se generó la siguiente clasificación porcentual de la procedencia desde universidades y propuestas independientes.

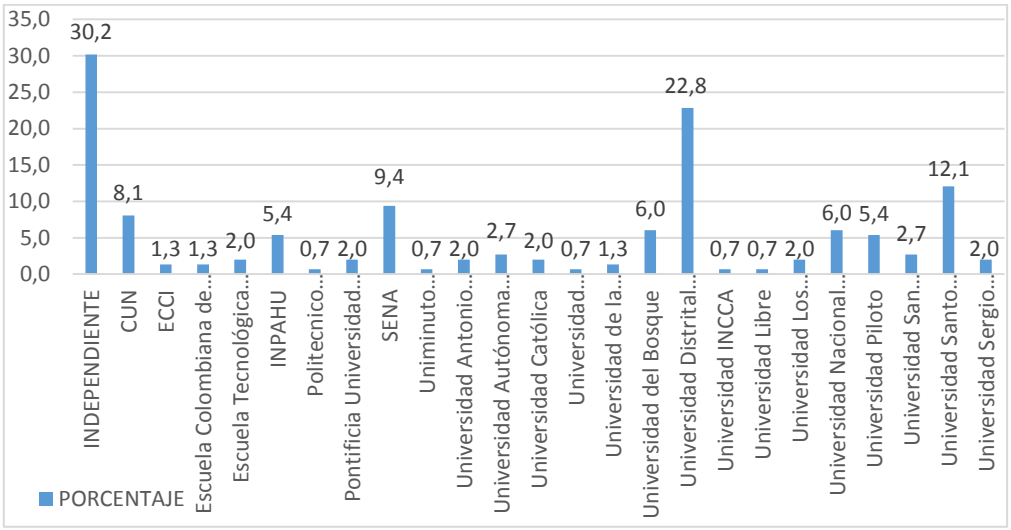


Figura 5. Procedencia de emprendedores. Fuente: Autores

Género. En la gráfica se puede observar que aproximadamente el 30% de los emprendedores pertenece al género femenino, el otro 70 % corresponde al género masculino, esta distribución se muestra a continuación.

Localidad. Al hacer un bosquejo general sobre la procedencia de los emprendedores y de su entorno, se hace una estadística detallada de las localidades de la ciudad de Bogotá de donde vienen los proyectos de base tecnológica que actualmente operan en Zasca Tecnología, lo cual arrojó la siguiente información: El 13% de los emprendedores provienen de la Localidad de Kennedy, seguido de Suba con un 12% luego la localidad de Engativá con un 10%, sigue en lista la localidad de Usaquén con un 9%, Bosa 8%, Teusaquillo 7%, Fontibón 6%, las localidades de Ciudad Bolívar y Puente Aranda con 5%, Rafael Uribe Uribe, Chapinero y San Cristobal con 4%, Tunjuelito, los Mártires y Antonio Nariño con 3% de la población, Usme y Barrios Unidos con el 2% y finalmente Las localidades de la Candelaria y Santafé con el 1% (ver Figura 7).

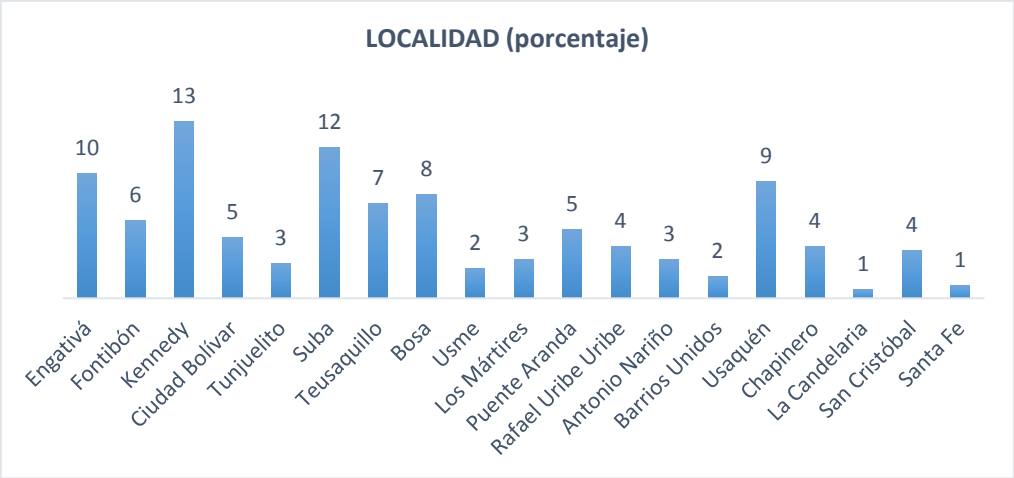


Figura 7. Porcentaje de participación por localidad. Fuente: Autores

Edad. El promedio de edad de los emprendedores de Zasca Tecnología oscila con un 39% entre los 18 y 25 años de edad, con un 38% entre los 25 y 35 años, luego con un 18% se encuentran las personas entre los 35 y 50 años y por último con un 5% del total de la población personas mayores de 50 años.

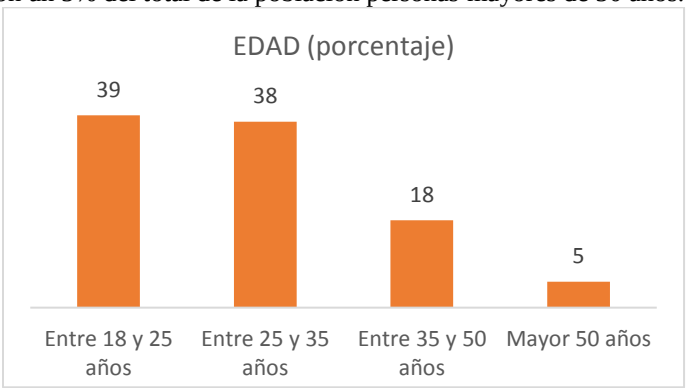


Figura 8. Distribución de edad participante en Zasca Tecnología, Fuente: Autores

Clasificación de los emprendimientos. Al corte de septiembre se tiene que los proyectos acompañados se clasifican en las siguientes fases: 46% de los proyectos se encuentran en la fase de ideación, otro 47% en la fase de creación-consolidación y finalmente el 7% restante en la fase tres de aceleración. (Ver Figura 9)

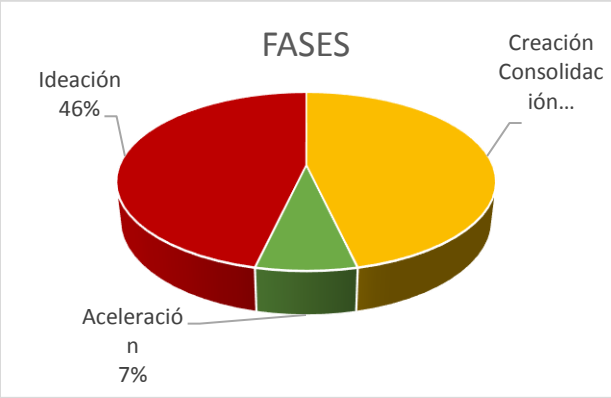


Figura 9. Distribución de proyectos en Fases, Fuente: Autores

MODELO DE FORRESTER

En la figura siguiente se muestra el modelo propuesto de ingreso a Zasca Tecnología Centro de Emprendimiento.

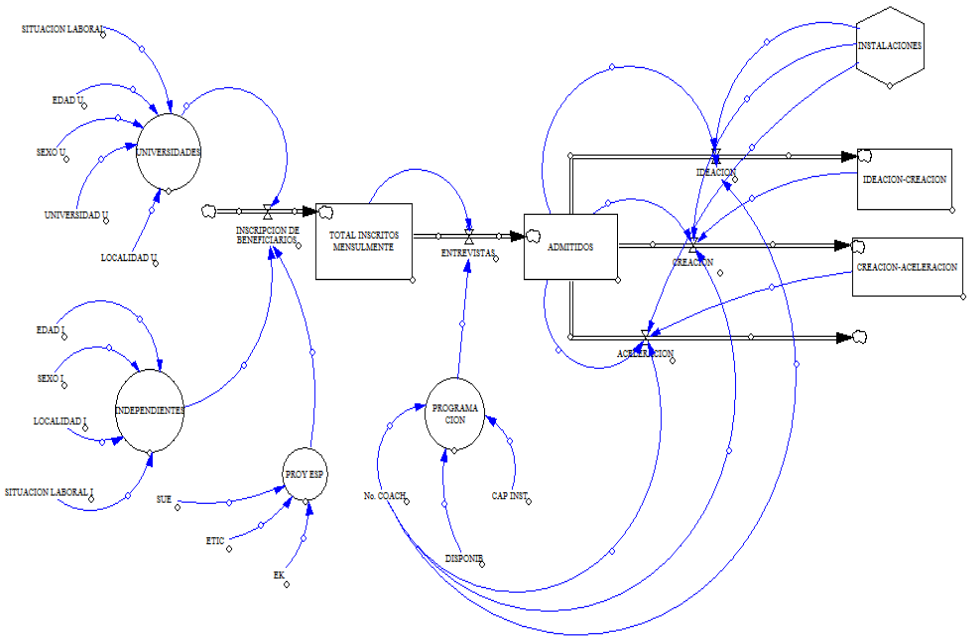


Figura 10. Modelo de Forrester. Fuente Autores

Para correr la simulación, se propone una simplificación al modelo anterior, el cual se presenta continuación.

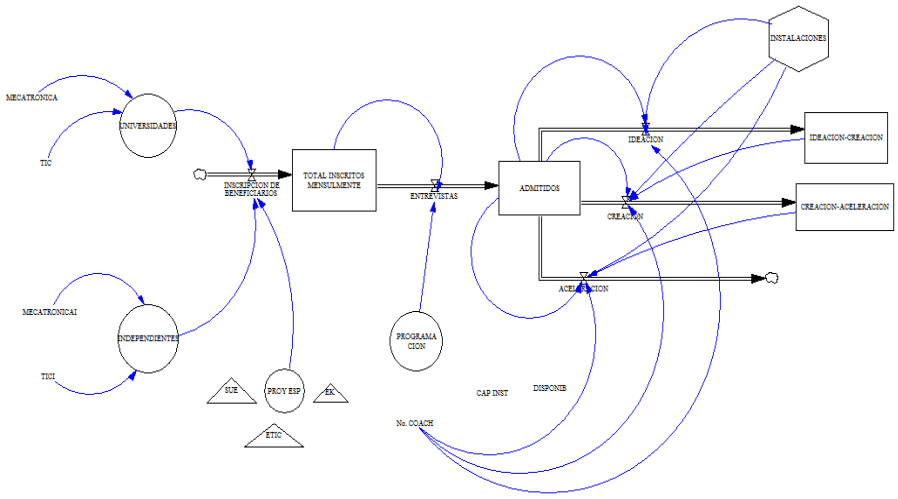


Figura 11. Modelo de Forrester Simulado. Fuente Autores

En el modelo de VENSIM de la figura anterior, se encuentran las ecuaciones en cada caso, las cuales se obtuvieron de los datos de Registro de Beneficiarios, Entrevistas a Beneficiarios y Clasificación de los emprendimientos, todo lo anterior en la ventana de tiempo desde mayo a octubre de 2015

A continuación se observan los resultados de la simulación del modelo planteado para un horizonte de tiempo de 10 meses tomando como condiciones iniciales los datos del Centro de Emprendimiento.

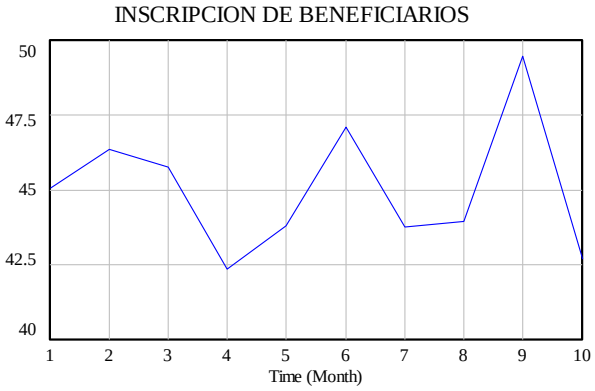


Figura 15. Inscripción de Beneficiarios. Fuente Autores

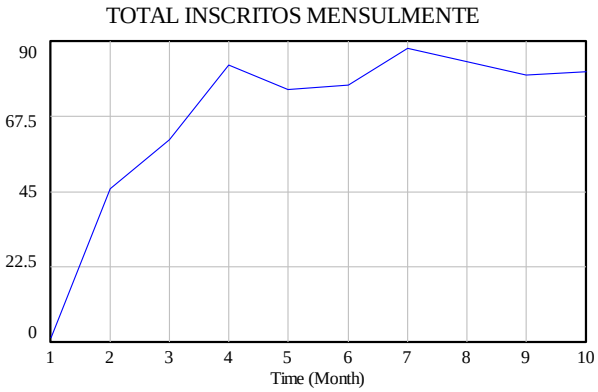


Figura 16. Total Inscritos Mensualmente. Fuente Autores

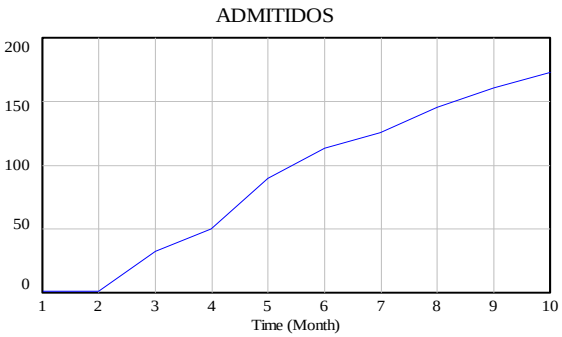


Figura 18. Admitidos al Centro de Emprendimiento. Fuente Autores

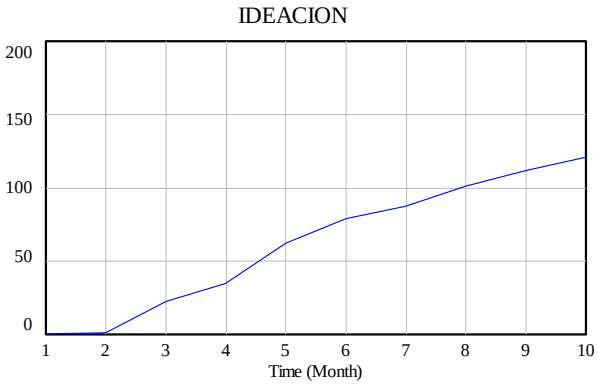


Figura 18. Proceso de Ideación. Fuente Autores

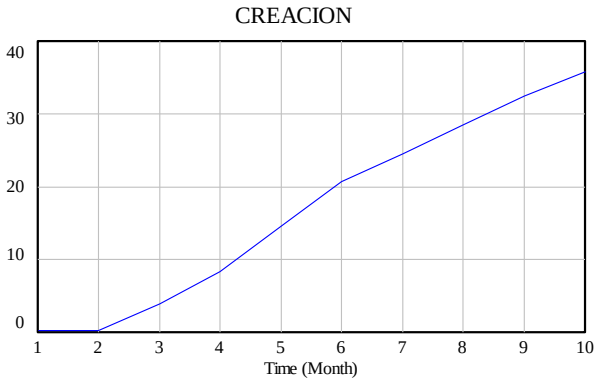


Figura 19. Proceso de Creación. Fuente Autores

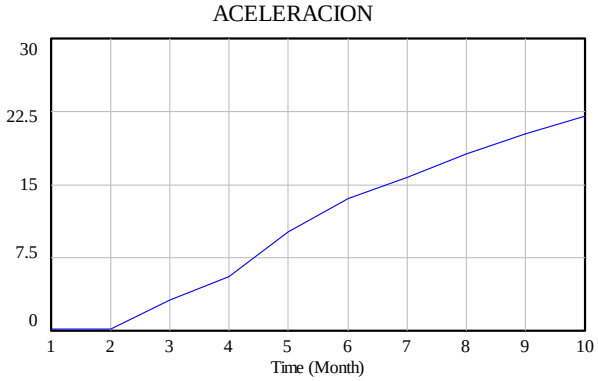


Figura 20. Proceso de Aceleración. Fuente Autores

CONCLUSIONES

- La simulación valida el modelo planeado ya que muestra resultados con un buen nivel de aproximación a los datos actuales del centro luego de 10 meses de funcionamiento, como: Emprendimientos Admitidos 170 (155 en la realidad), Emprendimientos en fase de Ideación 120 (108 en la realidad), Emprendimientos en fase de Creación 36 (32 en la realidad), Emprendimientos en fase de Aceleración 20 (15 en la realidad).
- El modelo desarrollado permite realizar simulaciones en un horizonte de tiempo mayor al tiempo de operación del centro, lo cual permitirá proyectar instalaciones y recurso humano necesario para el acompañamiento realizado en el Centro de Emprendimiento.

- Aunque el modelo original planteado se simplifico para realizar la simulación, el modelo entrega resultados aproximados con un error aproximado del 11% para el caso de la fase de Creación.

REFERENCIAS

Aracil, J. (1995). *Dinámica de sistemas*. (I. de S. Isdefe, Ed.) (4th ed.). Madrid.
Blythe, S. (2013). Dynamic system models and the construction of complexity. *Communication Design Quarterly Review*, (April), 23–27. Retrieved from http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2466495
Building, B. D. M., Hall, G., Street, N. G., Lafayette, W., & Kempf, K. (2006). Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference L. F. Perrone, F. P. Wieland, J. Liu, B. G. Lawson, D. M. Nicol, and R. M. Fujimoto, eds., 1855–1862.
Burley, D. (2009). Information Technology in Social Entrepreneurship : The Role and the Reality. *Phoenix Usa*, *39*(1), 11–14.
Colombia, C. de. (2006). Ley 1014. Fomento a la Cultura de Emprendimiento. 26 Ene 2006, 1–9.
Crawford, J., Mayer, K., & Mhlanga, F. (2013). Incorporating an entrepreneurship concentration into the undergraduate IT curriculum. *2013 13th ACM SIGITE Annual Conference on Information Technology Education, SIGITE 2013*, 183–187.
DNP. (2015). Documento Conpes: Política Nacional De Ciencia, Tecnología E Innovación, 2015-2025, 1–161.
Fisher, L. M. (2005). The Prophet of Unintended Consequences. *Strategy+Business*, 1–12. Retrieved from http://www.strategy-business.com/article/05308?pg=all
Forrester, J. (n.d.-a). De diagramas causales a diagramas de flujos y niveles Flujos y niveles Diagrama causal de la venta de esposas en Haryana.
Forrester, J. (n.d.-b). Modelado en dinamica de sistemas.
Jaén, S., & Dyner, I. (2008). CRIMINAL CYCLES IN THE ILLEGAL DRUG INDUSTRY: A SYSTEM DYNAMICS APPROACH APPLIED TO COLOMBIA. *Informs-Sim.Org*, (Vargas 2004), 1429–1436.
Olea, D. M., Garzón, P. E., & Montaña, H. (2014). Tecnura, 277–280.
Sterman, J. D. (2002). System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. *In Proceedings of the ESD Internal Symposium.*, (May), 1–29. http://doi.org/10.1287/mnsc.35.3.321

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA TIC PARA EL FOMENTO DEL AGROTURISMO Y TURISMO CULTURAL, PARA EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO EN LA VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ

EDGAR YESID RODRÍGUEZ VALBUENA
Universidad de Cundinamarca
r.edgaryesid@gmail.com

JUAN CARLOS HERRERA ESTRADA.
Universidad de Cundinamarca
juancarlosherrera@ucundinamarca.edu.co

JAVIER ORLANDO BARRERO PÁEZ
Universidad de Cundinamarca
jobarrero@ucundinamarca.edu.co

RESUMEN

Hoy en día el turismo es una fuente muy importante de ingresos en un pueblo, ciudad, pueblo, país, etc. Según un artículo a tiempo (El Tiempo, 2016) "... el país se volvió más atractivo para la organización de eventos y Convenciones internacionales, pues solo en ese mes entraron más de 550 extranjeros por este motivo y, según el más reciente informe de Migración Colombia, en total, durante el mismo mes entraron más de 150.000 personas por turismo al país. Afluencia de personas al país es capaz de posicionar el turismo como un mercado muy importante para diferentes ciudades, regiones, ciudades, provincias y localidades del país.

En un país como Colombia lugares como Cartagena, Barranquilla y Santa Marta son bien conocidos y deseados por los turistas nacionales e internacionales, debido a la variedad de eventos que se realizan en estos sitios. Teniendo en cuenta esto un municipio en el que se realizan eventos poco divulgados y poco conocidos tienen un menor aflujo de turistas, esto debido a la falta de información sobre estos eventos.

PALABRAS CLAVES

Google apps script, Android studio, Aplicaciones móviles, Aplicaciones web, Hojas de cálculo, Herramientas web.

KEYWORDS

Google apps script, Android studio, Aplicaciones móviles, Web applications, SpreadSheet, Web tools.

ABSTRACT

Today tourism is a very important source of income in a town, city, town, country, etc. According to an article in time (El Tiempo, 2016) "... el país se está volviendo más atractivo para la organización de eventos y convenciones internacionales, pues solo en ese mes entraron más de 550 extranjeros por este motivo y, según el más reciente informe de Migración Colombia, en total, durante el mismo mes entraron más de 150.000 personas por turismo al país. "This indicates that the high influx of people to the country is able to position tourism as a very important market for Different towns, regions, cities, provinces and localities of the country.

In a country like Colombia places like Cartagena, Barranquilla and Santa Marta are well known and desired by the national and international tourists, due to the variety of events that are realized in these sites. Taking into account this a municipality in which are realized events that are little publicized and little known have a smaller influx of tourists, this due to the lack of information about these events.

INTRODUCCION

Hoy en día el turismo es una fuente muy importante de ingresos en un pueblo, ciudad, localidad, país, etc. Según se dice en un artículo del tiempo (El tiempo, 2016) "…el país se está volviendo más atractivo para la organización de eventos y convenciones internacionales, pues solo en ese mes entraron más de 550 extranjeros por este motivo y, según el más reciente informe de Migración Colombia, en total, durante el mismo mes entraron más de 150.000 personas por turismo al país.", esto lo que nos indica es que la alta afluencia de personas al país logra posicionar el turismo como un mercado muy importante para los diferentes pueblos, regiones, ciudades, provincias y localidades del país.

En un país como Colombia lugares como Cartagena, Barranquilla y Santa Marta son muy conocidos y apetecidos por los turistas nacionales e internacionales, debido a la variedad de eventos que son realizados en estos sitios. Teniendo en cuenta esto un municipio en el que se realicen eventos que son poco publicitados y poco conocidos tienen una menor afluencia de turistas, esto debido a la falta de información de acerca de estos eventos.

Teniendo en cuenta esto, los municipios y/o localidades que no cuenten con una manera eficiente de dar a conocer sus eventos de manera nacional e internacional se ven obligados a recurrir a nuevas formas para publicitar dichos eventos. Una de estas maneras es usar tecnologías que estén a la mano por la gran mayoría de las personas, como lo son las aplicaciones web y las aplicaciones móviles.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la Villa de San Diego de Ubaté no cuenta con una herramienta TIC que fomente el Agroturismo y el turismo cultural de manera integrada, tampoco cuentan con una herramienta tecnológica que le permita generar información pertinente y que sirva de soporte, presentando la gestión realizada por parte de la alcaldía en pro de dicha comunidad, soportado en datos estadísticos en tiempo real, con relación al agroturismo y turismo cultural, lo que hace que al tratar de recolectar esta información se convierta en un proceso muy tedioso y complicado debido a que para hacer la recolección de esta información se tiene que acudir a los diferentes sitios y entidades que prestan los servicios turísticos.

A demás que al pedir esta información no va a ser del todo real, esto debido a que en la gran mayoría de estos sitios se utiliza el papel para tener los registros de los visitantes. Por el contrario, si se hace uso de las TIC no solo se va a tener la información de las visitas de turistas en la Villa de San Diego de Ubaté en tiempo real, sino también se podrán promocionar los diferentes eventos culturales y agrícolas que se realizan en la región.

JUSTIFICACIÓN

La VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ que es conocida como la capital lechera de Colombia, cuenta con una variedad de atractivos turísticos de índole agrícola, los cuales vienen siendo visitados con relativa frecuencia. Se puede garantizar que dicha visita por parte de turistas se incrementaría ostensiblemente sí y solo sí, contamos con herramientas como las TIC (tecnología de la información y las comunicaciones), permitiendo dar a conocer, a través de un sitio web, la cultura de la región, las ferias y fiestas, hatos lecheros, producción de yogurth, kumis, fabricación de ruanas, el sector hotelero, entre otros, así como la geografía, diferentes corregimientos, municipio y parajes exóticos y demás.

Con la creación de una Base de Datos que permita tener registro real de todos y cada uno de los ya mencionados anteriormente (hatos, ferias y fiestas, las presentaciones culturales (Danzas y música), las caminatas ecológicas, las exposiciones artesanales, las regiones que conforman el valle de Ubaté, hoteles, etc), para que dicha información sea reflejada a través de una página web e yendo más allá, a través de un aplicativo móvil, elementos que mueven indiscutiblemente la aldea global (e-commerce). Lo anterior redundará en beneficio en todos y cada uno de los habitantes ya que generará más empleo, incremento del comercio, impulso a la economía de la región, creación de empresas exportadoras de artesanía, ruanas, productos lácteos, entre otros.

En conclusión, la relación del costo en lo referente a la implementación de dicha herramienta sería ínfimo frente al magno beneficio en cuanto a un desarrollo real y sostenible para la región.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar una herramienta TIC que ayude en el fomento del agroturismo y turismo cultural en el desarrollo socioeconómico en la villa de san diego de Ubaté.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Recopilar la información necesaria del turismo en Ubaté, por medio de los diferentes gestores de los municipios con el fin de identificar.

Analizar la información recopilada, para identificar las necesidades del usuario.

Diseñar una herramienta TIC, que muestre la información turística de la villa de san diego de Ubaté, con el fin de tener una base para organizar y mostrar la información del aplicativo, para su posterior desarrollo.

Desarrollar un aplicativo TIC que ayude al fomento del agroturismo y turismo cultural en el desarrollo socioeconómico en la villa de san diego de Ubaté.

METODOLOGIA Y PROCESO DE DESARROLLO

Antecedentes.

Analizando la solicitud del ente encargado del turismo en el municipio de Ubaté se hizo un análisis de las diferentes herramientas dadas como base por este ente, las cuales cuentan con varias características que son de mucha utilidad para el producto final.

Villa de LeyvApp

Esta APP es un aplicativo desarrollado para promocionar el turismo en el municipio de Villa de Leyva, la cual cuenta con la ubicación de los diferentes hoteles, restaurantes, zonas de camping, lugares de interés cultural, lugares de artesanías, sitios turísticos entre otros. Al igual que la ubicación actual del dispositivo, el cual es localizado por medio del GPS con el que cuenta.

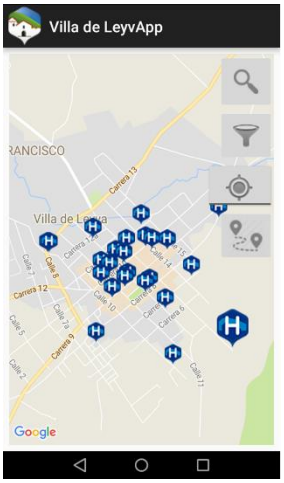


Fig 1. Aplicación móvil de Villa de Leyva

Una de las grandes características de esta aplicación es que me permite determinar la ruta más óptima desde la ubicación actual del dispositivo hasta la ubicación del sitio (Hotel, restaurante zona de camping, etc.) seleccionado.

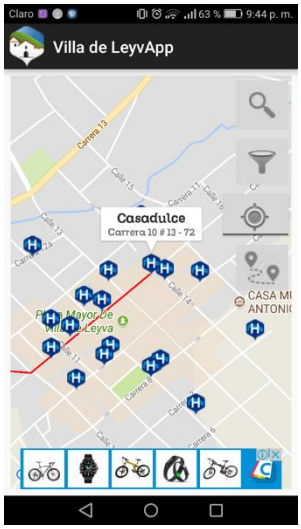


Fig 2. Ruta para llegar a un hotel seleccionado

Alcaldía de Tabio

Esta APP cuenta con una interfaz amigable con el usuario, debido al manejo de iconos he imágenes tan explicitas que logran ser de fácil entendimiento. A diferencia de la App de Villa de LeyvApp es de índole informativa, solo cuenta con información de Tabio, tanto su página web, como servicios de emergencia, clasificados, entre otras cosas de interés para los habitantes y visitantes del municipio de Tabio.

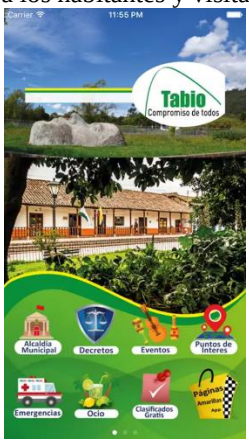


Fig. 3 Menú principal de la aplicación de turismo de Tabio

Algo muy importante para resaltar de esta aplicación es que cuenta con una funcionalidad para notificar las novedades, emergencias y cualquier otro suceso que deba ser conocido por los diferentes habitantes de esta población.

Al igual cuenta con una interfaz informativa en la que se muestran los diferentes entes públicos. Al hacer clic en alguno de estos entes, muestra el número de contacto del ente seleccionado, esto llega a ser de gran utilidad ya que en muchos municipios, pueblo o ciudades no se tiene a la mano la información de contacto de la persona encargada de estos sitios.

Fig 4. Interfaz de contactos de los entes públicos.

Recolección de la información de turismo.

En reuniones realizadas con el ente turístico del municipio de Ubaté se logró recopilar la información de los diferentes sitios turísticos (Hoteles, Restaurantes, Sitios de comidas rápidas, etc). La cual logro mostrar las características más importantes de la información recopilada, como lo es el nombre del establecimiento, el propietario, la dirección y el teléfono de contacto. Información que es de gran ayuda a la hora de administrar la aplicación.

Análisis de la información

Teniendo como base la información recopilada y los diferentes requerimientos dados por el encargado de turismo del municipio de Ubaté, se logra organizar la información de la siguiente manera:

- Hoteles
- Restaurantes
- Sitios de interés
- Eventos

DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

Al tener esta información organizada, se logra visualizar que se requiere de dos herramientas TIC, el aplicativo móvil, que será de carácter informativo, y la aplicación web, en la cual se va a administrar la información a ser mostrada por el aplicativo móvil.

Aplicación móvil

Este aplicativo móvil cuenta con las siguientes vistas.
Menú Principal

Figura 5: Diseño del menú principal de la App móvil.

Lista de Hoteles

Figura 6: Diseño de la lista de hoteles que se mostrara en la App móvil.

Lista de Restaurantes

Figura 7: Diseño de la lista de Restaurantes que se mostrara en la App móvil.

Lista de Eventos

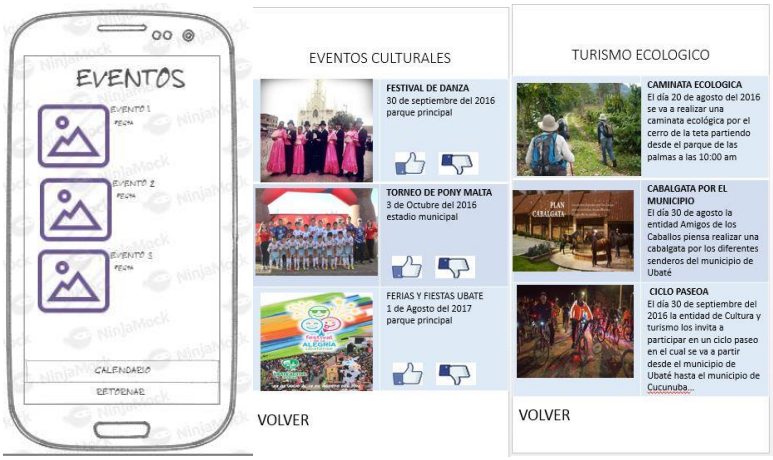


Figura 8: Diseño de la lista de Eventos que se mostrara en la App móvil.

Esta aplicación cuenta con un módulo de suscripción, en el cual las diferentes personas que lo diligencien tendrán la posibilidad de recibir correos electrónicos con la información de los diferentes eventos turísticos a realizarse en el municipio de Ubaté.

Mapa

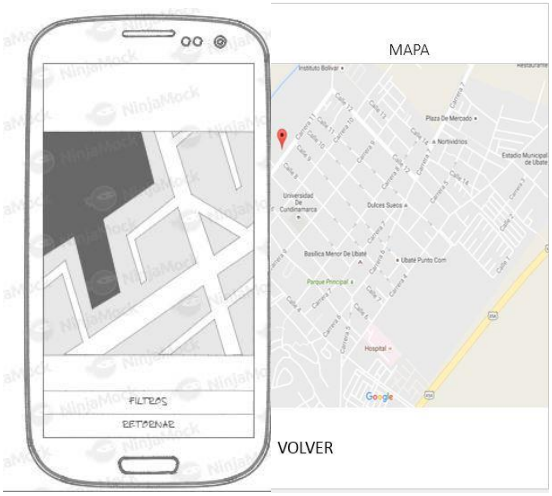


Figura 9: Diseño del mapa que se mostrara en la App móvil.

Figura 10: Filtros de los sitios en el mapa.

Figura 11: Filtro de Hoteles aplicado.

Figura 8: Calendario con los eventos a ser realizados.

Nosotros

Figura 12: Enlace de la aplicación a la página web de la alcaldía.

Aplicación web

Esta aplicación cuenta con las siguientes vistas.

Página principal

Esta página cuenta con una breve descripción del aplicativo, al igual que una descripción de las opciones del aplicativo.

Figura 13: Página principal del aplicativo

Administración de hoteles

Por medio de esta opción se puede crear, visualizar, editar y eliminar los diferentes hoteles a ser mostrados en la aplicación móvil.

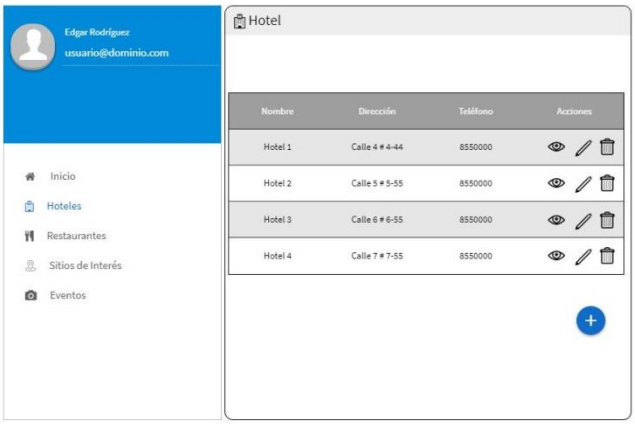


Figura 14: Administración de hoteles.

Administración de Restaurantes

Por medio de esta opción se puede crear, visualizar, editar y eliminar los diferentes restaurantes a ser mostrados en la aplicación móvil.

Figura 15: Administración de restaurantes.

Administración de Sitios de interés

Por medio de esta opción se puede crear, visualizar, editar y eliminar los diferentes Sitios de interés a ser mostrados en la aplicación móvil.

Figura 16: Administración de sitios de interés.

Administración de Eventos

Por medio de esta opción se puede crear, visualizar, editar y eliminar los diferentes Eventos a ser mostrados en la aplicación móvil.

Figura 17: Administración de eventos.

HERRAMIENTA DE DESARROLLO

Google apps script como herramienta de apoyo para las organizaciones empresariales

Google apps script es una de las herramientas más funcionales para el desarrollo de aplicaciones web, esto debido a la cantidad de herramientas de google de las que se puede apoyar.

Al manejar gran cantidad de aplicaciones de google logra ser de gran utilidad esta herramienta de desarrollo, debido a la gran variedad de opciones que ofrece. Si se requiere del manejo de bases de datos se puede llegar a utilizar las Hojas de cálculo de Google, para la generación de documentos de forma automática, se tienen los Documentos de Google, si se requiere crear eventos en los cuales se tiene que invitar a un grupo de personas, se tiene la opción de administrar el Calendario de Google, si la organización requiere enviar correos electrónicos de forma automática tiene la funcionalidad de Gmail, y otras herramientas más de las que se puede apoyar esta herramienta.

Teniendo en cuenta esto, se puede ver que esta herramienta de desarrollo es de gran utilidad a la hora de realizar proyectos para la administración de información, debido a que la información registrada es de fácil acceso, y a la gran variedad de opciones que tiene la herramienta para la administración de esta.

Hojas de cálculo de google Como Base de datos opcional

Una de las grandes ventajas que tiene el desarrollo de aplicaciones en google apps script es la posibilidad de utilizar las hojas de cálculo de google como base de datos.

Estas bases de datos pueden ser compartidas a diferentes usuarios de google con el fin de ser visualizadas o modificadas, teniendo como apoyo el historial de revisiones, este historial nos muestra los cambios hechos por los diferentes usuarios a estas bases de datos de una forma amigable y específica, mostrando el usuario que hizo el cambio, la fecha, la hora y los cambios hechos por el usuario.

REFERENCES

LEY 1341 DE 2009 (n.d.). Recuperado Febrero 17, 2017, de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36913

Android StudioIDE oficial para Android. (n.d.). Recuperado Enero 17, 2017, de https://developer.android.com/studio/index.html?hl=es-419

Equipo de Internet para la Rendición. (n.d.). Alcaldía de Villa de San Diego de Ubaté - Cundinamarca. Recuperado Mayo 12, 2017, de http://www.ubate-cundinamarca.gov.co/dependencias.shtml?apc=dbxx-1-&x=1684472#arriba

Normatividad Turismo. (n.d.). Recuperado Mayo 16, 2017, de http://www.mincit.gov.co/minturismo/publicaciones.php?id=13311

Organización Mundial del Turismo OMT. (n.d.). Recuperado Mayo 12, 2017, de http://media.unwto.org/es/content/entender-el-turismo-glosario-basico

Revelo, J. (2017, February 21). Tutorial De Bases De Datos SQLite En Aplicaciones Android. Recuperado Febrero 17, 2017, de http://www.hermosaprogramacion.com/2014/10/android-sqlite-bases-de-datos/

El tiempo (2016). Repunte de fin de año aumenta expectativas para el sector turismo. [online] Tomado de: http://www.eltiempo.com/economia/sectores/proyeccion-del-sector-del-turismo-en-el-2016-en-colombia-38663 [Acceso 27 Jun. 2017].

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

APLICACION DE LAS TICS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA EL CONOCIMIENTO DE LAS MULTIPLES AREAS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS.

FREDY GIOVANNY REAL GALEANO
Universidad de Cundinamarca
Fgreal@Ucundinamarca.edu.co

DIANA CAROLINA PÁEZ CASTIBLANCO
Universidad de Cundinamarca
caro0018@hotmail.com

JUAN CARLOS HERRERA ESTRADA
Universidad de Cundinamarca
juancarlosherrera@ucundinamarca.edu.co

RESUMEN

La información está constituida por un grupo de datos agrupados y ordenados, que sirven para construir un mensaje, esta permite resolver problemas y tomar decisiones ya que esta es la base del conocimiento. En la actualidad el flujo de información de cualquier tema es muy amplio y es difícil encontrar material correcto, claro y conciso.

La búsqueda de información es más asequible y con el uso de internet y las bases de datos la vida de muchas personas especialmente la de estudiantes sea convertido más sencilla, de esta manera se obtienen una gran cantidad de ideas en cualquier lugar y a cualquier hora sin importar desde donde o con que se ingrese, la tecnología ha brindado cada día más posibilidades de tener todo a la mano. Aunque no se puede dejar atrás el hecho de que muchas personas no tienen acceso a internet o medios digitales y esto es problema viendo en la era de la tecnología en la que está el mundo. Es importante saber que al adquirir tantos conocimientos estos se deben saber aprovechar y usar correctamente; en muchos casos la información no es aplicada como debería ser y esto influye en el aprendizaje normal en una persona. Los estudiantes de todos los niveles no la usan y no la provechan por eso importante aplicarla adecuadamente, porque se ha constituido como la facilidad de realizar y obtener resultados sin aprender. La fuente del conocimiento es saberla aprovechar adquiriendo mucho más que poder e ideas.

A partir de las ideas de mejorar el aprendizaje, las bases de conocimiento y los niveles de educación, se busca obtener datos correctos y suministrarlos a los estudiantes de una forma más asequible posible, es decir usar la tecnología y la dinámica de los juegos para lograrlo.

PALABRAS CLAVE

Base de datos, servidor, estrategias de aprendizaje, conocimiento, aplicación de escritorio.

ABSTRACT

The information is constituted by a group of data grouped and ordered, that serve to construct a message, this allows to solve problems and to make decisions since this is the base of the knowledge. At present the flow of information of any subject is very broad and it is difficult to find correct, clear and concise material.

The search for information is more affordable and with the use of internet and databases the lives of many people especially the students become simpler, this way you get a lot of ideas anywhere and any time regardless From where or with which to enter, technology has provided every day more possibilities to have everything at hand. It is important to know that when acquiring so much knowledge these must know how to use and use correctly; In many cases the information is not applied as it should be and this influences the normal learning in a person. Students at all levels do not use it as it should be and it is important to apply it properly, because it has been constituted as the facility to perform and obtain results without learning. The source of knowledge is knowing how to take advantage of acquiring much more than power and ideas.

Based on the ideas of improving learning, knowledge bases and levels of education, we seek to obtain the correct data and provide it to the students in a more affordable way, that is to say, using the technology and the dynamics of the games to achieve it.

KEY WORDS
Database, server, learning strategies, knowledge, desktop application**.**

INTRODUCCION

Debido a los avances tecnológicos que se van desarrollando con el paso del tiempo y que han venido influenciando la forma de vida de las personas y la sociedad en todos los sentidos, es decir, en la forma de trabajar, enseñar, aprender y así mismo en la manera de relacionarse con el mundo; se han desatado tecnologías que irrumpen estos ámbitos cotidianos, principalmente las tecnologías móviles. Estas mismas se transformaron en el ocio de miles de jóvenes en el espacio educativo debido a sus características que aportan muchas formas y funciones para aprender y adquirir más conocimientos de manera contextual rompiendo miles de barreras de comunicación y de flujo de información explorando nuevos caminos para satisfacer la curiosidad.

Principalmente la iteración entre usuario y app va de la mano con el componente lúdico que se proporcione, de esta manera se motiva el uso de las mismas, porque son pautas básicas para que la interacción sea posible y además se aprovechen estas nuevas tecnologías. Por las anteriores razones, está entendido que los objetivos de la aplicación deben ser claros y concisos para dar a conocer específicamente el aprendizaje que va a adquirir el usuario, definiendo como va a hacerlo y las dinámicas que se ejecutaran para conectarlo.

Uno de los temas más interesantes es la metodología de emplear juegos para la enseñanza en los colegios y en las universidades; de modo que este ayudara a ser más comprensivos los temas y así desarrollar y explorar los conocimientos previos de una manera efectiva y sencilla. Además de que es una actividad mental esencial que favorece el desarrollo integral; usando un juego como herramienta práctica se desarrolla y se motiva a: investigar, crear, conocer, descubrir muchos temas y crear más motivación de adquirir información. De igual forma encontrar herramientas de estudio para universitarios que sean factibles y una excelente forma de apoyo para desempeñarse correctamente en la preparación de un examen y en si en su carrera profesional, es la parte más compleja.

La idea de desarrollar una aplicación de escritorio para estudiantes universitarios nace para fortalecer competencias y hacer más flexible la manera de adquirir nuevos conocimientos que su contenido sea claro sobre los diferentes temas que se ven en general en la carrera y de igual forma se busca desarrollar en los estudiantes las competencias y habilidades académicas, además de que se ve la necesidad de reforzar y ayudar

a aclarar dudas y vacíos que se obtienen al pasar de la preparatoria a la universidad y así mismo conocer que va a ser la carrera en sí, es decir, su contenido. Esta aplicación es un gran apoyo y forma de estudio para detectar las dificultades que poseen los estudiantes y entender algunos de los ítems a desarrollar; así como fortalecer aquellas actividades que le faciliten al estudiante un aprovechamiento óptimo de los recursos orientados a formar, capacitar y brindar interactividad al usuario con su material pedagógico y medios para el desarrollo de su aprendizaje.

OBJETIVOS

Teniendo el previo conocimiento de las dificultades de algunos estudiantes con las materias de la carrera, correspondientes a la carrera de Ingeniera de Sistemas en la Universidad de Cundinamarca y buscando evitar la deserción de estos mismos, proponemos con esta aplicación de escritorio y esta gran base de datos:

- Poder contribuir al mejoramiento y entendimiento de los temas propuestos durante la totalidad de la carrera midiendo así mismo las mejoras y dificultades de cada estudiante; esta idea se quiere desarrollar con una interfaz de fácil acceso, obteniendo un usuario y una contraseña para poder tener la información de las notas y el nivel de aprendizaje obtenido, ítems de cada materia en los semestres a cursar y así mismo una base de datos con toda la información y complementos que se van a aplicar en la carrera, en resumen es aplicar toda la información obtenida y evaluarlos para llevar un control de que tan efectiva en general es esta idea y si los estudiantes mejoran intelectualmente teniendo claro los temas a partir de una "trivia".

- También buscamos estar actualizando la base de datos del sistema y obteniendo siempre la más real y acertada, es decir obteniendo el flujo de información más clasificada posible. Es por eso que para una correcta preparación es importante tener en cuenta muchos aspectos distintos: el tema, las ideas y conocimientos del mismo y la forma en repasar y adquirir nuevas teorías.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología para el desarrollo del software será Scrum donde se priorizan los beneficios que se aportan para el receptor del proyecto. Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales, medio por el cual se levantarán requerimientos, se evaluará el diseño y se procederá a cargar la base de datos, que será de vital importancia para la ejecución del mismo, para hacer más pro el programa se entregara un beta con el cual se busca evaluar si el programa cumple con los requerimientos establecidos inicialmente y si es del agrado del usuario final.
Para el desarrollo de esta propuesta se necesitan unos pasos para su debido ensamble y funcionamiento del mismo.

1. Levantamiento de requerimientos

Obtener la información correcta de cada una de las materias y de los ítems a trabajar de cada uno de los semestres de la carrera de Ingeniera de Sistemas, estos ítems los obtendremos del Sylabus de la Universidad de Cundinamarca. Es importante revisar y tener un flujo de información clara y real porque es la base de todo el programa en sí, estos datos recolectados son una cadena de información para el aprendizaje, es decir, como un árbol de ideas de cada semestre o también niveles de apoyo para cada uno. En realidad, será una gran cantidad de información obtenida para realizar esta idea.

2. Creación de la base de datos en SQL Server

Recopilar información de todos lados es una tarea muy compleja y para este tipo de proyecto es necesaria, es por esta misma razón que usaremos una base de datos puesto que ayuda a administrar mejor la información, es decir, tendríamos nuestros datos agrupados y disponibles para cualquier momento, es una manera sencilla de poder compartir muchos datos, noticias, artículos y cualquier tipo de información sobre la carrera. Con una base de datos desarrollada para nuestra propuesta los estudiantes que no tengan acceso frecuente a internet tendrán la facilidad de encontrar toda la información de la carrera en sus manos, y para aquellos que tienen la red no tendrán que complicarse buscando la información ya que esta estaría resumida en un paquete de datos por materias y por semestres, además de que podrán ser evaluados en su nivel académico y corregidos al momento de afrontar los quices o "trivias" de esta aplicación de escritorio.

La ventaja de una base de datos es que organizamos información y ahorramos tiempos y costos haciendo así más agiles los procesos de consulta; los estudiantes de la carrera de ingeniería de sistemas tendrán la facilidad de obtener información gratuita, en corto tiempo y con todo lo necesario para su entendimiento, podríamos decir que sería un tutor virtual buscando productividad, eficiencia y facilidad de adquirir conocimientos.

La gestión de base de datos es una habilidad cada vez más usada es por esta razón que se va a usar SQL Server para su debido desarrollo, este lenguaje tiene grandes ventajas para aplicarlas en el proyecto, una de ellas es su entorno gráfico o también conocida como la interfaz del usuario, es una herramienta visual muy necesaria para aplicarla en la aplicación de escritorio y hacerla más llamativa para su uso. SQL Server permite el uso de comando DDL (Lenguaje de Definición de Datos) y DML (Lenguaje de Manipulación de Datos) gráficamente; estos nos ayudan a utilizar y recuperar datos y crear tablas y relaciones entre los datos, es decir, una base de datos relacional usando índices para tener acceso más rápido a la información.

Tabla 1. Comandos DDL, lenguaje SQL, SQL Server.

COMANDO	Descripción
CREATE	Utilizado para crear nuevas tablas, campos e índices.
DROP	Empleado para eliminar tablas e índices.

ALTER	Utilizado para modificar las tablas agregando campos o cambiando la definición de los campos.

Tabla 2. Comandos DML, lenguaje SQL, SQL Server.

COMANDO	Descripción
SELECT	Se va a usar para seleccionar los datos y poder mostrarlos o utilizarlos para una operación posterior.
UPDATE	Es el comando encargado de realizar modificaciones en los datos que contiene una base de datos.
INSERT	Se utiliza para insertar registros nuevos en tablas.
DELETE	Elimina registros de una tabla en la base de datos.

Además, permite trabajar cliente-servidor, donde todos los datos manejados y necesarios están en los servidores y los receptores o clientes desde la red acceden a la información, una de las facilidades es que se puede administrar la información desde otros servidores de datos que son capaces de atender las peticiones del receptor y devolver respuestas correctamente con la posibilidad de ofrecer a los clientes de compartir datos e información, usualmente las personas se conectan a través de la red pero también pueden acceder a nuestro servidor desde la computadora sin tener acceso a internet porque en SQL Server hay miles de servicios para su uso, software que se ejecuta y se procesa en la memoria del servidor, es decir, el servidor es la cabeza del funcionamiento de la base de datos, y este nos ayuda que el proceso de manejo de la información fluya con rapidez y se ejecuten tareas y actualizaciones sin que el cliente esté conectado. Buscamos la manera más sencilla y didáctica de que nuestros clientes como lo son los estudiantes accedan sin complejidades a nuestra información.

3. Uso de frameworks para el manejo de plantillas visuales

Visual Studio incorpora frameworks que sirven para el uso de plantillas entre otras cosas, los cuales permiten realizar el montaje de la información de manera más rápida, ahorrando tiempo en el desarrollo de esta aplicación de escritorio, y así se podría verificar la interacción que hace el programa con la información almacenada en este y la visualización del usuario final.

4. Programación de la estructura y montaje de la base de datos con Visual Studio

Visual Studio es un conjunto de ayudas útiles y otras tecnologías de desarrollo de software que se enfocan en crear y generar aplicaciones eficientes y de alto rendimiento, permitiendo crear sitios, aplicaciones web, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles que utilizan el entorno de desarrollo integrado (IDE) que habilita el uso compartido y facilita la creación de soluciones.
Para el desarrollo de nuestro proyecto usaremos Visual Studio programando en lenguaje C# y aprovechando todas las facilidades que este brinda. Además de esto por medio de Burn Down de Visual Studio se busca disminuir el tiempo de creación el programa mejorando la velocidad de ejecución del mismo.

5. Pruebas con el usuario final

Se entregará una versión beta al usuario final con la cual se busca determinar su interacción y la efectividad del aplicativo para posteriormente realizar cambios si así se requiriera, buscando de esta manera que sea el usuario quien determine que tan a gusto se siente con el OVA.

6. Registros del programa

El programa almacenara en el equipo un registro con el puntaje obtenido en cada una de las áreas aprobadas por el usuario durante el tiempo que emplea la aplicación y a su vez se usara dicho puntaje para determinar las fortalezas y debilidades de la persona las cuales permitirán comprobar el progreso dentro de cada una de las áreas e ítems a implementar en las trivias.

7. Crear un ejecutable para el usuario final

En base a las observaciones y pruebas realizadas por los usuarios con la versión beta, se realizarán los posteriores cambios que permitan hacer de este un programa de apoyo para el estudiante una mejor herramienta intelectual para el estudio y refuerzo en la carrera profesional como lo es principalmente Ingeniería de Sistemas. Es importante tener en cuenta que esta aplicación de escritorio vive de la interacción entre el usuario y la correcta información empleada para su base de datos, es decir su desarrollo, es así que, si se obtiene la mejor recopilación de datos el usuario estará a gusto con el aplicativo.
Para ser una aplicación de escritorio compartida debemos crear un ejecutable, alojándola desde la web y así poder indicar donde la aplicación buscara las actualizaciones de la información almacenada. Es una forma sencilla de compartirla a los estudiantes de la carrera de Ingeniera de Sistemas y usarla fácilmente.

8. Seguridad y actualizaciones

Debido a que cada usuario final tiene debilidades y fortalezas diferentes, el programa estará revisando periódicamente las actualizaciones de la información almacenada, y como cada usuario es único, para asegurar que otras personas no puedan acceder a las gráficas y progresos del usuario, se implementara un sistema de verificación con encriptación AES de 128 bits para que de esta manera se pueda manejar de forma segura en la red los datos y progresos de los estudiantes, y así de esta manera el programa determinara cuáles actualizaciones son más necesarias.

.

RESULTADOS

La aplicación de escritorio busca favorecer como producto final fortaleciendo el desarrollo intelectual de los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca de la carrera de Ingeniera de Sistemas, aportando así beneficios para adquirir nuevos conocimientos y desenvolverse eficientemente en la carrera profesional. Además de que con esta aplicación de escritorio interactiva buscamos a través del juego lograr desarrollar en un nivel mejor el pensamiento lógico, conceptual y abstracto.

La aplicación se quiere desarrollar en Visual Studio con requerimientos de una base de datos en SQL Server creando así esta misma de una manera efectiva, segura y de bajos costos, aplicando los conceptos básicos y así obtener como producto final un software confiable y capaz de suplir las necesidades para los usuarios.

CONCLUSIONES

- Manejar bases de datos es una manera fácil de compartir información con muchas personas al mismo tiempo, usar una base de datos en SQL Server en este proyecto es una ventaja grande puesto que recopilamos información de varias fuentes para hacer una sola fuente de información, capaz de tener todo lo necesario para poder ser usada por los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas.

- Desarrollar una aplicación de escritorio que sea capaz de tener una gran cantidad de información sobre cada una de las materias de un pensum de una carrera universitaria es una gran manera de apoyar y encontrar ideas para reforzar conocimientos y así mejorar la calidad de estudio.

- Al realizar este proyecto donde empleamos las tics como herramienta de apoyo en el proceso de formación en una carrera universitaria nos damos cuenta que se pueden generar varios proyectos o micro proyectos que apoyan el aprendizaje de una comunidad y además de que es una manera sencilla de llevar información y conocimiento a todas partes.

- Ser una aplicación de escritorio interactiva nos da la ventaja de ser más consultada y usada, puesto que esto la hace ver llamativa y una de sus otras ventajas de este sistema es que esta será de un acceso más rápido incorporando todos los controles asociados al escritorio.

- Dado a que esta es una aplicación de escritorio se generar actualizaciones automáticas por red de la nueva información que generalmente se adquiere todos los días, dado que un usuario obsoleto puede dañar la base, la ventaja es que va a ser una aplicación con información reciente y que se mantendrá a nivel de los sucesos del día.

REFERENCIAS

[1] Teorey, (T.J.). (1999). *Database Modeling & Design*. San Francisco, EE.UU: Morgan Kaumann Publishers, Inc.

[2] Kniberg, (H.K.). (2007). *Scrum and XP from the Trenches*, EE.UU: C4Media, Publisher of InfoQ.com.

[3] Tanenbaum, (A.S.T.). (2009). *Sistemas Operativos Modernos.* Amsterdam, H:Vrije Universiteit.

[4] Joyones Aguilar, (L.J.A.). Fernández Azuela, (M.F.A.). (2001). *Java 2 Manual de Programación.* Madrid, E: Osborne McGraw-Hill.

[5] Laudenschlager, (D.L.). Guyer, (C.G.). (03/14/2017). *Microsoft (Data Flow)*. Recuperado de: https://docs.microsoft.com/es-es/sql/integration-services/data-flow/data-flow

Perez Arbesú, (L.B.P.A.). (13/06/2016). *Search DataCentar (SQL Server 2016 impulsa la transformación yreinvención*

[6] *tecnológica).* Recuperado de: http://searchdatacenter.techtarget.com/es/noticias/450298318/SQL-Server-2016-impulsa-la-transformacion-y-reinvencion-tecnologica

[7] Osorio Rivera, (F.L.O.R.). (2008). *Base de Datos Relacionales Teoría y Práctica.* Medellin, C: ITM.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

INGENIERÍA DE SOFTWARE

NUEVAS EXIGENCIAS PARA DESARROLLO DE SOFTWARE COLABORATIVO.

SANDRA MARCELA GUERRERO CALVACHE
Universidad de Nariño
marcelaguerrero1396@gmail.com

GONZALO JOSÉ HERNÁNDEZ GARZÓN
Universidad de Nariño
gonzalohernandez@udenar.edu.co

ABSTRACT

La reciente modalidad de desarrollo de software, enmarcada por la producción de software en equipos de trabajo colaborativos, ha iniciado estudios que buscan formalizar prácticas de trabajo que permitan a estos grupos de desarrolladores trabajar bajo unas prácticas de construcción de software que contemplen nuevas exigencias tales como el espacio y el tiempo.

CCS CONCEPTS

• **Ingeniería de Software** → Software, Desarrollo de Software.

KEYWORDS

Ingeniería de Software, software, equipos de trabajo, industria de software, teletrabajo, trabajo 3.0, crowdsourcing, tiempo, espacio, equipos distribuidos.

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y comunicación, han hecho parte de la vida del hombre desde hace algunos años. La evolución que ha sido evidente a lo largo del tiempo, ha consolidado dichas herramientas como elementos fundamentales para el desarrollo de actividades cotidianas haciendo más fácil la realización de éstas sin problema alguno.

La aparición de Internet, trajo consigo amplios beneficios en todos los sectores de la industria, el comercio, la agricultura, la economía, entre otros, y por supuesto, dentro de la sociedad moderna a la cual le

proporcionó una comunicación interpersonal que rebasó el espacio y el tiempo, así como también permitió el intercambio de saberes y el fortalecimiento de relaciones interdisciplinarias.

Internet ha propiciado el uso de variados contextos de trabajo, es así como han surgido equipos de desarrolladores de software remotamente ligados a una compañía y sujetos a sus políticas laborales, y equipos de trabajo igualmente remotos, pero no subordinados laboralmente a sus contratantes en el cumplimiento de los objetivos encomendados. La continua práctica de los anteriores ambientes de trabajo, ha inducido a la formalización de estudios relacionados con la administración de proyectos trabajados con cualquiera de las anteriores modalidades y sus respectivas variantes que se han caracterizado por no requerir de encuentros presenciales.

Actualmente, en muchos países del mundo incluyendo a Colombia, este tipo de circunstancias es mucho más común y asciende considerablemente trayendo consigo la oportunidad de combinar talentos de diversos lugares, intercambio cultural e intelectual.

Cabe resaltar que Colombia se está potenciando como un país reconocido en la industria de software, donde ya se cuenta con un gran número de empresas aptas que laboran con estándares altos de calidad, siendo alrededor de 1300 compañías dedicadas a este tipo de actividades que generan gratificantes posibilidades de empleo para los interesados en esta área, según lo corrobora Fedesoft (Federación Colombiana de la Industria de Software y TI). (Dinero, 2016)

Toda esta revolución tecnológica, ha impartido en nuestras vidas cambios significativos enfocados a mejorar y agilizar procesos, solventar problemas e innovar procedimientos. Consecuente de dichos cambios y enlazada con profesiones del área tecnológica, la ingeniería de software aparece como una disciplina de gran impacto que junto con el desarrollo de aplicativos se ha convertido en una oportunidad para satisfacer diversas necesidades, integrar información, facilitar la accesibilidad y disponibilidad de la misma, aligerar tareas, pero sobre todo para ofrecer un producto de calidad a un cliente determinado.

Todas las personas que desarrollan software son individuos que utilizan su conocimiento y su habilidad para diseñar una solución consolidada eficazmente a través de una herramienta lógica que cumpla con las expectativas deseadas.

Hoy en día, las posibilidades de crear software son cada vez mayores gracias al establecimiento de equipos de trabajo bien estructurados, con tareas distribuidas estratégicamente que demandan de sus integrantes aspectos como: exigencia en habilidades y destrezas, asimilación de nuevas técnicas de aprendizaje, selección de modelos pertinentes y su respectivo acoplamiento según el tipo de desarrollo a realizar, esto, contribuye al buen desempeño del producto durante todo su ciclo de vida.

2. IMPACTO DE LA INDUSTRIA DE SOFTWARE EN EL MUNDO

"El software se ha convertido en uno de los ejes de la sociedad de la información. Al ser una tecnología transversal con efectos multiplicadores en otros sectores, su aplicación tiene repercusiones para las empresas de todos los tamaños, para los gobiernos y para las personas" (NACIONES UNIDAS - UNCTAD, 2012).

Últimamente y con rapidez, la industria del software evoluciona hacia cambios significativos abiertos que incluyen la continua expansión a diversos mercados. Algunos países del mundo se caracterizan por producir software a gran escala, otros se orientan a cubrir necesidades realmente indispensables, pero forjando un panorama con un gran impacto en todos los sectores de la economía.

La demanda de software a nivel global es importante debido a la apertura de nuevas herramientas tecnológicas que generan mayor interconectividad, amplia cobertura y sin lugar a duda, propician más desarrollo e innovación. En este proceso, las diferentes comunidades de desarrolladores de software, cumplen

un papel relevante en tanto facilitan a las organizaciones beneficiarse de su talento para la ejecución de sus proyectos; mediante el desarrollo de software a distancia a través de equipos distribuidos, se une el potencial que logra cumplir con las metas propuestas, la mayor competitividad, el intercambio de conocimientos y fuertes innovaciones en el área de TI.

En Colombia la exportación de software crece a pasos agigantados, tal y como lo estableció en el año 2015 Software Engineering Institute (SEI) la cual es una organización internacional encargada de evaluar a las mejores empresas relacionadas con TI de todo el mundo. En dicho reporte se destaca a nivel de Latinoamérica, a Colombia como un país que maneja grandes estándares de calidad basados en CMMI en la construcción de software, catalogándolo así, como uno de los mejores de la región superando a Brasil y Chile. Como resultado se ha obtenido que los servicios en la industria de software se incrementen año tras año y que además exista talento humano más capacitado destacando 480 personas certificadas en TSP/PSP las cuales juegan un papel fundamental en este tipo de propuestas (Dinero, 2015).

3. MODALIDADES DE TRABAJO PARA DESARROLLAR SOFTWARE EN EQUIPO

3.1 Teletrabajo

El Teletrabajo es una nueva modalidad de trabajo que permite integrar la posibilidad de que un empleado cumpla con las respectivas tareas asignadas por la empresa sin necesidad de movilizarse hacia ella, por lo tanto, facilita la realización de las actividades laborales desde casa.

Este modelo es reciente en Colombia, pero a través del decreto 884 de 2012 que reglamenta la ley 1221 de 2008 se afianza más esta condición laboral y se promueve el Teletrabajo. A través de estas disposiciones avaladas por el Gobierno, el Ministerio de Trabajo y de las TIC, garantizan los mismos beneficios y derechos para aquellos que teletrabajen otorgándoles la posibilidad que puedan desarrollar sus actividades a distancia y apropiar el uso de las Tecnologías de la Información y comunicación como parte fundamental de sus labores cotidianas (MinTIC, MinTrabajo, Vive Digital, 2012).

Las ventajas que ofrece el Teletrabajo son compartidas tanto para las organizaciones que la implementen como para sus empleados. Por una parte, la empresa puede contratar personal de diferentes lugares, con mayor experiencia y/o preparación, permitiendo así la expansión de sus negocios, diversidad en el manejo de sus procesos, reducción de costos fijos, entre otros. Por parte del empleado evita su desplazamiento diario, permite la posibilidad de que éste use sus propias herramientas tecnológicas, ahorro en tiempo y dinero, crea lazos más estrechos con sus familiares al estar mayor tiempo en su domicilio y elimina las barreras para aquellas personas con discapacidades o situaciones especiales, gracias a las grandes oportunidades que brinda. (MinTIC, MinTrabajo, Vive Digital, 2012) (SATIZÁBAL, 2014).

Actualmente, el régimen del Teletrabajo, además de que es vigilado por importantes entidades del gobierno, también es rigurosamente estricto en su realización. La ley que lo acompaña establece parámetros que permiten validar y verificar si una empresa es apta para teletrabajar, pero ante todo que esté soportada bajo la implementación adecuada de las TIC. (Vive Digital, 2015)..

Según el estudio más reciente de la introducción del Teletrabajo en 2016, el porcentaje del año 2012 al 2016 fue realmente notorio puesto que la cifra se triplicó pasando de 31.553 a 95.439 teletrabajadores y existen alrededor de 10.000 empresas que han implementado esta modalidad. (MinTIC, 2016)

Cabe destacar que muchas de estas empresas son aquellas que se especializan en el desarrollo de software, puesto que el talento humano relacionado con esta actividad tiene mayor afinidad con el uso de TI para llevar

a cabo un proyecto de ingeniería. Una de las ventajas de teletrabajar fabricando software es que se puede emplear cualquier metodología de trabajo y emplear toda la tecnología posible para hacer contacto con el resto de integrantes del equipo de desarrollo (correos electrónicos, videollamadas, chats, grabaciones de audio) y mantener una comunicación armónica y acorde a las necesidades del proyecto. (JIMENEZ, 2012).

El Teletrabajo puede propiciar espacios interculturales que debido al intercambio intelectual, motivan el aprendizaje de otras lenguas. Otro aspecto positivo es la flexibilidad de horarios permitiendo así la distribución del tiempo de desarrollo, actividades extras que se pueden ejecutar sin ninguna dificultad y más momentos de esparcimiento. (Fuenzalida, 2011)

En el reporte denominado "Information Economy Report 2012 - The Software Industry and Developing Countries" se detalla acerca del impacto del desarrollo de Software a nivel mundial y adicionalmente se destaca el trabajo remoto, trabajo a distancia o trabajo en línea o Teletrabajo como una gran posibilidad para profesionales recién graduados, permitiendo así que estos ganen más experiencia, pongan a prueba sus habilidades y destrezas, asuman mayor responsabilidad y disciplina en sus proyectos y tengan mayor flexibilidad en los mismos. Además, resalta que, aunque es un fenómeno reciente "el mercado de trabajo en línea está creciendo a un ritmo sin precedentes; en donde ha aumentado más del 100% desde 2010". (NACIONES UNIDAS - UNCTAD, 2012).

3.2 Trabajo 3.0

Según la entrevista realizada al director internacional de freelancer.com, Sebastián Síseles, en el año 2016 se detalla la diferencia entre Teletrabajo y Trabajo 3.0, siendo el primero una modalidad de trabajo con relaciones de dependencia arraigada a un contrato laboral de exclusividad establecido por la empresa y basado en el uso de la tecnología. Por otro lado, el Trabajo 3.0 está asociado a laborar de forma independiente para múltiples empleadores de diferentes lugares del mundo sin concurrir a un mismo espacio de trabajo. (MinTic, 2016)

El Trabajo 3.0 o freelance expone una modalidad de trabajo mucho más abierta y lejos de las relaciones de dependencia. Involucra aspectos muy similares al Teletrabajo como la libertad en la elección de horarios, el manejo del tiempo personal y laboral, y lógicamente la productividad, mejorando la calidad de vida de los empleados.

Cabe resaltar que, por el lado de la construcción de software, existen varios trabajadores que prefieren adoptar esta modalidad por las facilidades que se les ofrece para realizar varios proyectos a la vez. De igual manera los freelances son muy demandados en el mercado.

Según un estudio de Trabajo 3.0 en Colombia, en el año 2015 se resalta que alrededor de un 22% de los 2500 encuestados, se encargan del desarrollo de software, el cual es un porcentaje considerable a diferencia de las otras categorías como: servicios, diseño, multimedia y marketing. Adicionalmente, en esta área se destaca la población joven, pues es la más interesada en efectuar tareas relacionadas con este tipo de actividades. (MinTIC, MinTrabajo, Vive Digital, 2015)

No obstante, el Trabajo 3.0 puede ser un paso clave en la consolidación de microempresas o de convertir personas en emprendedores con la ventaja de otorgar más posibilidades de empleo. Una persona freelance en el marco del desarrollo de software para lograr sus objetivos deseados, interactúa activamente con sus clientes, promociona sus servicios, mejora sus habilidades y obtiene más experiencia, lo cual le permite adquirir más proyectos a su cargo y llevarlos a cabo satisfactoriamente.

3.3 Crowsourcing

Esta expresión arraigada a dos términos: 'multitud' y 'externalización', es un modelo que busca encontrar talento humano para desarrollar un determinado proyecto siguiendo patrones de colaboración. Cabe resaltar que los integrantes se unen de manera voluntaria y participativa con el fin de contribuir con sus ideas a la realización del mismo. Es una iniciativa que lleva a sus miembros a empaparse del tema, involucrarse de manera activa y a impulsar sus actividades encaminadas a un mismo objetivo. (Sarmiento, 2017). Dichas multitudes, no están físicamente juntas, pero mantienen fuertes lazos de comunicación para trabajar recíprocamente.

Al respecto, el Open Source es el producto del trabajo realizado por un equipo de manera colaborativa permitiendo que a futuro sea asequible y con posibles mejoras. Adicionalmente, como lo afirma Jeff Howe quien acuñó dicha expresión, "el crowdsourcing es la aplicación del Open Source en campos fuera del software". (Quaglia, 2010)

4. DESARROLLO DE SOFTWARE EN EQUIPOS SIN RESTRICCIONES DE TIEMPO Y ESPACIO

La importancia que ha tenido el software hoy en día dentro de la sociedad al igual que sus procesos de construcción y desarrollo en la búsqueda de soluciones eficaces, es bastante notoria. Además, se puede deducir cómo este tipo de actividades toman un mayor impacto si son llevadas a cabo dentro de un equipo de trabajo que lleva con consigo aspectos como la confianza, la colaboración, la interacción y el intercambio de conocimientos, sinónimos de aprendizaje compartido. Frente a esto, surgen circunstancias en donde el espacio no es un impedimento para que un desarrollador de software pueda crear sus propuestas y trabajar en equipo, por el contrario, es una nueva oportunidad para mezclar el ingenio y la capacidad que permiten llevar a cabo un determinado proyecto con mayor comodidad desde su domicilio o lugar de preferencia.

Las modalidades de trabajo mencionadas anteriormente, destacan aspectos relevantes como: el trabajo desde casa, asumiendo un compromiso de disciplina para cumplir una tarea específica, por medio del Teletrabajo; la posibilidad de desarrollar más de un proyecto a la vez y con características similares a las del Teletrabajo, a través del Trabajo 3.0; y finalmente, la colaboración y la voluntad de cada individuo para trabajar mancomunadamente en un proyecto, mediante el Crowdsourcing.

Todas las percepciones estudiadas destacan que los equipos de desarrollo de software requieren realmente del uso de la tecnología y de las comunicaciones para efectuar dichos propósitos y necesitan estar interconectados de manera sincrónica. Todo lo anterior resuelve las barreras de espacio, pero, ¿que hay de la atemporalidad?

El tiempo es un elemento fundamental en la construcción de software, más aún si éste se trabaja de modo libre, en equipos y a distancia. Muchos desarrolladores al estar ubicados en diferentes posiciones geográficas y al estar sometidos al cambio de horario no pueden mantener una sincronía total con el resto de los miembros, aspecto que debería tenerse en cuenta para este tipo de proyectos.

Por este motivo es necesario establecer una práctica de software enfocada hacia grupos de trabajo donde la creación de nuevos aplicativos se base en llevarlo a cabo a distancia y con aportes colaborativos de diferentes personas sin importar el lugar donde lo realicen ni el tiempo que empleen para cumplir dicho objetivo.

¿Existe algún modelo de desarrollo de software que abarque en totalidad este tipo de situaciones?

Actualmente, los modelos y métodos de fabricación de software, solamente se han preocupado por diseñar estrategias y prácticas para equipos de trabajo presenciales. El estudio realizado en el año 2012, acerca de la Industria de software, rescata levemente esta modalidad (equipos de desarrollo de software colaborativo sin barreras de espacio y tiempo), catalogándola como una alternativa en la construcción de software muy adecuada, que año tras año va incrementando, pero "se trata de un fenómeno reciente, y solo se dispone de

datos fragmentados y cualitativos" [2]. La idea de fundamentar una práctica de este tipo, sería con el único propósito de evitar la improvisación en aquellos proyectos de desarrollo de software sujetos a esta nueva exigencia de trabajo (desarrollo de software colaborativo sin barreras de tiempo y espacio).

Desde el grupo de investigación GRIAS de la Universidad de Nariño, se ha iniciado un proyecto de investigación que busca contribuir con el diseño de una solución a este problema.

REFERENCIAS

Dinero. (22 de Marzo de 2015). Colombia, el primer productor de software de calidad en la región. Obtenido de http://www.dinero.com/pais/articulo/mayores-productores-software-latinoamerica/207076

Dinero. (8 de Junio de 2016). El software se está convirtiendo en una locomotora de la economía. Obtenido de http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/aporte-del-mercado-de-la-fabricacion-de-software-en-la-economia-colombiana/226420

Fuenzalida, D. (29 de Abril de 2011). Manzana Mecanica. Obtenido de Teletrabajo: http://manzanamecanica.org/2011/04/teletrabajo.html

JIMENEZ, D. (1 de Marzo de 2012). Equipos dispersos: teletrabajo en un entorno ágil. Obtenido de https://www.genbetadev.com/trabajar-como-desarrollador/equipos-dispersos-teletrabajo-en-un-entorno-agil

MinTic (Productor). (2016). Diferencia entre Teletrabajo y Trabajo 3.0 [Película]. Recuperado el 1 de Julio de 2017, de https://www.youtube.com/watch?v=P-ZYopHJGnw

MinTIC. (Noviembre de 2016). ESTUDIO PENETRACIÓN TELETRABAJO 2016. Obtenido de http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-16887_archivo_pdf_estudio_teletrabajo_2016.pdf

MinTIC, MinTrabajo, Vive Digital. (2012). LIBRO BLANCO, EL ABC DEL TELETRABAJO EN COLOMBIA. Obtenido de http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-8228_archivo_pdf_libro_blanco.pdf

MinTIC, MinTrabajo, Vive Digital. (2015). PRIMER ESTUDIO DE TRABAJO 3.0 EN COLOMBIA. Obtenido de http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-13905_archivo_pdf_resultados_2015.pdf

NACIONES UNIDAS - UNCTAD. (2012). INFORME SOBRE LA ECONOMÍA DE LA INFORMACION 2012 - La industria del software y los países en desarrollo. Obtenido de http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/ier2012_es.pdf

Quaglia, J. (20 de Agosto de 2010). ¿Qué es el Crowdsourcing? Obtenido de https://www.gestiopolis.com/que-es-crowdsourcing/

Sarmiento, S. A. (21 de Febrero de 2017). ¿Qué son el Crowdsourcing y el Crowdfunding? Obtenido de http://www.youngmarketing.co/que-es-y-como-ha-transformado-el-crowdsourcing-al-emprendimiento/

SATIZÁBAL, L. H. (2014). EL TELETRABAJO: LOS BENEFICIOS DE UNA FORMA DE ORGANIZACIÓN LABORAL MODERNA. Obtenido de http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11993/1/EL%20TELETRABAJO.pdf

Vive Digital. (17 de Julio de 2015). 76 empresas que implementan el Teletrabajo como filosofía corporativa. Obtenido de http://www.teletrabajo.gov.co/622/w3-article-9537.html

DESARROLLO DIRIGIDO POR MODELOS COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE SOFTWARE: EXPERIENCIA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA

YILVER ESTIVEN MOLINA HURTATIZ
Universidad de la Amazonia
yi.molina@udla.edu.co

HERIBERTO FERNANDO VARGAS LOSADA
Universidad de la Amazonia
heri.vargas@udla.edu.co

DIANA MARÍA ESPINOSA SARMIENTO
Universidad de la Amazonia
di.espinosa@udla.edu.co

RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo principal la identificación de las principales características del Desarrollo Dirigido por Modelos (MDD), su origen y una contextualización de ciertos elementos que son necesarios de comprender para su posterior implementación. Un detallado proceso de investigación en este campo, ha permitido identificar los beneficios de MDD y con base en ello, definir los parámetros específicos que se requieren para el desarrollo de una aplicación que gestione los procesos de convocatorias, evaluación y seguimiento de los proyectos de investigación, que se generan desde los diferentes grupos y semilleros de investigación de la Universidad de la Amazonia. A través de la plataforma se define una serie de hitos para la ejecución y control de los proyectos de investigación. La solución se ha planteado como una necesidad en la Universidad, teniendo en cuenta que no existe un mecanismo eficiente para la recepción y evaluación de las respectivas propuestas de investigación, que permita además tener a disponibilidad de los órganos encargados de la información relacionada con los niveles e indicadores de investigación por cada periodo académico en la institución.

PALABRAS CLAVE

Desarrollo controlado por modelos, metamodelo, desarrollo de software, lenguaje específico de dominio, investigación, industrialización de software.

ABSTRACT

The main objective of this document is to identify the main characteristics of the Model Driven Development (MDD), its origin and a contextualization of certain elements that are necessary to understand for its later implementation. A detailed research process in this field has made it possible to identify the benefits of MDD and, based on it, to define the specific parameters required for the development of an application that manages the processes of calls, evaluation and monitoring of research projects, which are generated from the different research groups and seedlings of the University of Amazonia. Through the platform, a series of milestones are defined for the execution and control of research projects. The solution has been considered as a necessity in the University, taking into account that there is no efficient mechanism for receiving and evaluating the respective research proposals, which also allows the availability of the bodies responsible for the information related to the levels and research indicators for each academic period in the institution.

KEYWORDS

Development controlled by models, metamodel, software development, domain-specific language, research, software industrialization.

1. INTRODUCCION

El desarrollo de software como uno de los campos de mayor aplicación en las áreas de ingeniería, ha permitido generar, desde hace ya varias décadas, una extensa lista de soluciones innovadoras por su efectividad en el desarrollo de los procesos organizacionales.

El Desarrollo Controlado por Modelos (MDD) es una estrategia muy importante en el campo de estos desarrollos, haciendo posible la transición desde una producción artesanal hasta un modelo de generación de software que permita mayor escalabilidad en las soluciones, así como la eficiencia en su construcción. MDD se ha concebido como un mecanismo de desarrollo encaminado a la industrialización de software, proceso en el cual se hace uso de un modelo como elemento base para la generación de las aplicaciones, y sobre este, el conjunto de validaciones y demás parámetros a tener en cuenta, como se describe en (vanguardia, 2016).

En este artículo se dará una breve descripción de las características principales del Desarrollo Dirigido por Modelos, así como una aplicación del mismo para el desarrollo de SIGEPI (Sistema para la Gestión de los Proyectos de Investigación), una plataforma de gestión documental en la Universidad de la Amazonia, en lo relacionado con el proceso a seguir por parte de los investigadores para la presentación de los diferentes proyectos a Vicerrectoría de Investigaciones.

2. DESARROLLO DIRIGIDO POR MODELOS

2.1 Contextualización

Según (Pulsosocial, 2016), el Desarrollo Dirigido por Modelos (Model Driven Development, MDD por sus siglas en inglés), es un paradigma de desarrollo de software encaminado a la industrialización de las soluciones. Sus inicios se remontan a los años 50, con los primeros desarrollos para máquinas controladas numéricamente.

De acuerdo a (docplayer, 2012), a diferencia del desarrollo basado en modelos, en MDD el papel de los modelos es central y activo, lo cual indica que es tan importante como el código que se genera, pues este elemento es base para la transformación y construcción del software.

Los modelos se van generando desde los más abstractos a los más concretos a través de pasos de transformación y/o refinamientos, hasta llegar al código aplicando un último cambio. Según (C. Pons, 2010), la transformación entre modelos constituye el motor de MDD. En la figura 1 se muestra el ciclo de vida del desarrollo dirigido por modelos.

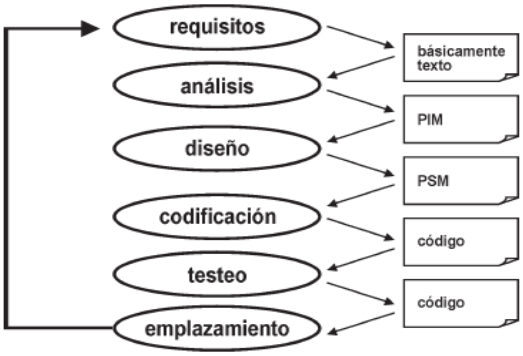


Figura 1: Ciclo de vida del desarrollo dirigido por modelos. Fuente: (Texier, De Giusti, Oviedo, Villareal, & Lira, 2012).

En los desarrollos tradicionales, la transformación de los modelos a código se hace generalmente mediante intervención humana. Si bien es cierto que existe software para la generación de código a partir de modelos, no se obtiene más que una estructura base del desarrollo y esta debe ser sometida a ajustes de gran magnitud.

Según lo plasmado en la Figura 1, lo novedoso de MDD es que las transformaciones entre los modelos son automatizadas, es decir, mediante el uso de una herramienta y, por ende, se obtienen beneficios en los desarrollos, como el tiempo y otros.

Teniendo en cuenta la importancia de los modelos en MDD, se muestra en este apartado el papel que juegan en la construcción de software los modelos y metamodelos.

2.1.1 Modelo.

Un modelo es la representación abstracta de una situación real, que determina el comportamiento de ciertos procesos que intervienen en ella. En un modelo se pueden plasmar ciertos elementos para controlar y predecir ciertos fenómenos mediante un análisis detenido.

La elaboración de un modelo surge a partir de la presentación de un problema o necesidad, el cual será objeto de estudio para plasmar, de una manera menos compleja, las características que están detrás de sus procesos. Para ello, y teniendo en cuenta lo descrito en (C. Pons, 2010), se emplean diversos lenguajes que han sido creados acorde a las necesidades y a la forma de abordar dichos problemas; el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), es uno de los más usados en todos los desarrollos durante la etapa de diseño, seguida de la recolección de información y la elicitación de requerimientos. Estos modelos permiten ver las relaciones que existen entre cada uno de los elementos (objetos) y el proceso que deben seguir al intervenir en un proceso determinado. Es importante mencionar que, para lograr un proceso de industrialización de software a partir de un modelo, deben intervenir otros elementos que se abordarán en profundidad más adelante.

Existen ciertos lenguajes que, bajo cierta metodología, permiten estandarizar las soluciones para los desarrollos de software haciendo énfasis en el caso de estudio que sea necesario. ¿Se emplean estos lenguajes en la actualidad? ¿Cuáles son? En el siguiente apartado se dará a conocer en profundidad acerca de ello.

2.1.2 Metamodelo.

Según lo expuesto en (Higuera, 2016) y (Gómez, 2016), un metamodelo es el modelo base de un proyecto, el cual permite establecer el conjunto de herramientas que serán empleadas para la construcción del modelo de presentación, similar a un modelo UML, pero con características definidas específicamente para la solución de un problema. Los elementos más comunes son las clases y las relaciones de dominio. En el metamodelo se definen los elementos que van a componer los modelos, en lo relacionado con las clases y sus relaciones. Así como en UML existen diferentes notaciones (tipos de diagramas y relaciones), con un metamodelo se logran establecer, de forma personalizada, un conjunto de componentes para la construcción de los modelos y su posterior transformación a código. Algunos de esos componentes pueden ser los atributos y sus características (tipo, nombre, visibilidad, entre otros), métodos y demás que se requieran, con el fin de lograr librar al desarrollador el mayor tiempo posible.

2.2 Arquitecturas

En la siguiente imagen se muestran dos propuestas (arquitecturas) para el desarrollo dirigido por modelos: MDA y DSM.

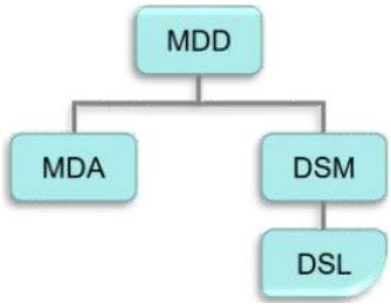


Figura 2: Arquitecturas de MDD. Fuente: propia.

En las siguientes secciones se explica de forma detallada cada una de estas arquitecturas de desarrollo.

2.2.1 MDA: Arquitectura Dirigida por Modelos (Model Driven Architecture).

Según (Montenegro, 2011), la Arquitectura Dirigida por Modelos (Model Driven Architecture, MDA por sus siglas en inglés), es una arquitectura propuesta por el OMG (Object Management Group) que da soporte o se aplica directamente a los modelos de los sistemas de software, con el fin de construir desarrollos a partir de la realización y transformación de estos modelos, desde el espacio de un problema hasta los modelos específicos de la plataforma, y fundamentado en principios como la abstracción, automatización y estandarización.

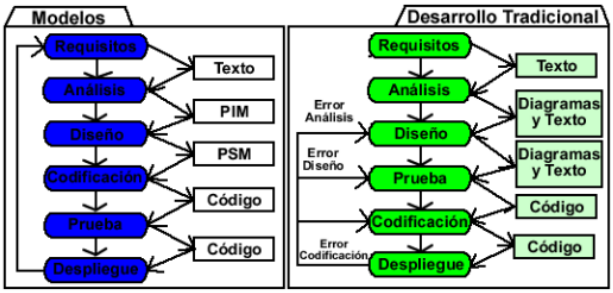


Figura 3: Proceso con MDD & Proceso tradicional. Fuente: (scielo, 2016).

En los dos enfoques del proceso, como se describe en (scielo, 2016), cada etapa del desarrollo produce artefactos que sirven como insumo para la siguiente etapa. La principal diferencia entre el enfoque tradicional y el enfoque propuesto por MDA radica en la formalización y consistencia en que se realiza el proceso de transformación del modelo de una fase a otra. Es decir, en el enfoque tradicional, la consistencia del proceso de transformación depende de la habilidad de desarrollador, mientras que en MDA, el proceso de transformación se realiza de forma asistida utilizando mecanismos que garantizan la consistencia con los modelos anteriores. Para tal propósito, y teniendo en cuenta lo planteado en (Camacho, 2010), MDA caracteriza los siguientes tipos de modelos:

- *CIM*. Representa los modelos independientes de la computación (Computationally-Independent Model) que caracterizan el dominio del problema. Este tipo de modelos surge ante todo en procesos de modelado de negocio e idealmente se conciben antes del levantamiento de requisitos para una aplicación particular.
- *PIM*. Representa los modelos que describen una solución de software que no contiene detalles de la plataforma concreta en que la solución va a ser implementada, de ahí su nombre de modelos independientes de la plataforma (Platform-Independent Models). Estos modelos surgen como resultado del análisis y diseño.
- *PSM*. Son los modelos derivados de la categoría anterior, que contienen los detalles de la plataforma o tecnología con que se implementará la solución, de ahí su nombre de modelos específicos de la plataforma (Platform-Specific Models).
- Y, finalmente, el código mismo que se genera después de la codificación y las pruebas.

2.2.2 DSM: Modelado Específico de Dominio (Domain-Specific Modeling).

El modelado específico de dominio se enfoca en la creación de modelos para un dominio, entendiendo este como un área de interés que requiere del uso de un lenguaje focalizado y especializado en ese desarrollo particular, ver (Molina, 2016). Estos lenguajes se conocen como DSLs (Lenguajes Específicos de Dominio), que permiten atacar directamente los conceptos del problema determinado, y obtener a partir de ello un producto que se ajusta a los requisitos de un único dominio. En el siguiente apartado se brinda una descripción más completa de los DSLs.

a. Lenguaje Específico de Dominio (DSL)

Un lenguaje específico de dominio (DSL) es un lenguaje (gráfico o textual) para un propósito determinado adaptado a los problemas concretos de un dominio, como se explica en (Microsoft, Introducción a los modelos, las clases y las relaciones, 2012).

Lenguajes de programación como C# o Visual Basic suelen ser muy utilizados para el desarrollo de las aplicaciones en organizaciones actualmente, adaptados a las herramientas que Microsoft ha desarrollado para facilitar la construcción de software; sin embargo, por sus características, estos lenguajes no están muy cercanos a las necesidades de la aplicación, pues son tan potentes que brindan lo necesario para enfrentar cualquier problema en general, y debido a que cada lenguaje presenta diversas formas de solución, esto genera dificultades para su comprensión y construcción. Se requiere entonces de un lenguaje que sea fácil de adaptar a la solución de un problema o dominio específico, que además sea fácil de entender. En este orden de ideas, se habla de los DSL (Domain Specific Languages por sus siglas en inglés), que son lenguajes de más alto nivel de abstracción que permiten establecer ciertos estándares particulares para la construcción de software, enfocando un problema específico para definir y personalizar aplicaciones de acuerdo a los requerimientos establecidos, como se muestra en (C. Pons, 2010).

b. Herramienta: Visual Studio DSL Tools

Según lo planteado en (Oscar Sánchez, 2016), DSL Tools es una extensión del IDE Visual Studio de Microsoft, que brinda un conjunto de herramientas para el desarrollo de software orientado por modelos y con el lenguaje específico de dominio (DSL). Usando VMSDK (Visualization and Modeling SDK) se pueden crear potentes herramientas de desarrollo basadas en modelos que se pueden integrar en Visual Studio.

2.3 Beneficios de MDD

Según (C. Pons, 2010), la mejora en las formas habituales de desarrollo permite obtener beneficios como:

- Incremento en la productividad. La disminución en los tiempos permite optimizar los costos de desarrollo de un proyecto software.
- Adaptación a los cambios tecnológicos. Se puede hacer uso de diversas herramientas tecnológicas para la transformación de los modelos, así como la obtención del resultado final en diversos lenguajes, lo cual permite adaptarse fácilmente.
- Adaptación a los cambios en los requisitos. Un ajuste en el proyecto implica solamente la adición de un modelo específico, que también será transformado automáticamente como ha sido definido previamente.
- Consistencias. La automatización en la generación de código no está expuesta a los errores de la misma manera como sucede en procesos manuales.
- Re-uso. El re-uso en las transformaciones de código permite perfeccionar las funcionalidades del sistema.
- Mejoras en la comunicación con los usuarios. Acercamiento al problema en específico que permite entender claramente los requerimientos del cliente.
- Mejoras en la comunicación entre los desarrolladores. Es más fácil que el equipo de desarrollo entienda el funcionamiento del sistema a partir de un modelo.

3. EXPERIENCIA

Desde el grupo de investigación GIECOM (Gestión del Conocimiento, Electrónica, Informática y Comunicaciones), perteneciente al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Amazonia y avalado por Colciencias, se realizó una investigación en el año 2016 relacionada con el Desarrollo Dirigido por Modelos, con el objetivo de implementar un mecanismo diferente al tradicional para la construcción de

software, en su mayoría a partir de un generador de código automático. El producto consistió en el desarrollo de un sistema de información para el control de los procesos de investigación en la Universidad, que cumpliera con las características relevantes de gestión documental para garantizar la integridad de la información, expuestas en (Ticportal, 2016) y (Gallo, 2011).

Fue así como inició la exploración en este campo, que permitió identificar, de acuerdo a lo plasmado en capítulos anteriores de este documento, las características, beneficios y funcionamiento del Desarrollo Dirigido por Modelos, así como la herramienta a utilizar. Esta investigación dio paso a la construcción de un generador de código automático, a partir de un modelo (similar a un diagrama de clases) específico del dominio. En este caso se construyó el metamodelo de acuerdo a la necesidad, contemplando cada uno de los atributos necesarios para la generación automática de los modelos, controladores, vistas y procedimientos almacenados (en Oracle) para el funcionamiento de la aplicación. En la siguiente sección se da a conocer el proceso implementado.

3.1 Definición de la arquitectura de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto se eligió la arquitectura DSM (Modelado de Dominio Específico), con el fin de crear un producto con MDD, en este caso el sistema de información orientado al dominio específico del área de Vicerrectoría de Investigaciones. Cabe destacar que se ha elegido esta arquitectura porque brinda la posibilidad, mediante DSL, de construir el código de acuerdo a la necesidad específica, haciendo referencia a la estructura de las clases, con sus respectivos atributos, métodos y constructores. Con esta arquitectura se logra definir la estructura del código fuente para cada uno de los modelos, controladores y vistas de la forma deseada, con el estilo elegido y, además, los procedimientos, funciones y conexiones con la base de datos, también se construyen de forma automática de acuerdo a la sintaxis del sistema gestor de bases de datos.

3.2 Herramienta de trabajo

La plataforma se desarrolló bajo MDD, empleando el entorno de desarrollo Visual Studio 2015, en su versión Community y con la extensión (Kit de Desarrollo de Software) DSL Tools (Vilaine, 2012). Se trabajó con el framework de .Net 4.5 (Microsoft), lenguaje de programación C# y gestor de bases de datos Oracle 11g, teniendo en cuenta sus facilidades y también las características de desarrollo en la Universidad de la Amazonia (.Net y Oracle), con el fin de lograr sin mayor dificultad la integración de la plataforma con el Sistema Misional Chairá (Sistema Académico y financiero de la Universidad).

Teniendo en cuenta la importancia de los desarrollos de software para el intercambio y manipulación de información y su escalabilidad, se hizo uso del complemento WebApi, que por sus características expuestas en (Microsoft, ASP.NET Web Api, 2017), se emplea para la construcción de APIs REST en Visual Studio desde la versión 2015 en adelante, con el objetivo de disponer de una serie de servicios que puedan ser consumidos mediante peticiones HTTP desde una aplicación móvil para facilitar el acceso a la información, así como tener un control más riguroso en los tiempos y actividades establecidas para la ejecución de los proyectos, mediante recordatorios o alertas dirigidas a los investigadores de la Universidad.

3.3 Metamodelo

El metamodelo en este proyecto ha sido definido para la creación de este (similar a un diagrama clases con sus relaciones) y su posterior conversión a código. Para ello, se crearon las clases de dominio que permiten

definir la estructura de una entidad (clase, modelo) con sus respectivas relaciones, y se componen de atributos (Properties), constructores (Constructor) y métodos (Methods), como se describe a continuación:

a. Properties

Atributos para cada una de las entidades. Aquí se definen los tipos de atributos, sus nombres, y otros parámetros para la construcción de las vistas (formularios).

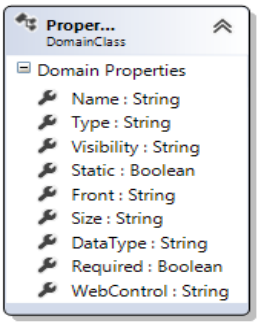


Figura 4: Clase de dominio 'Properties'. Fuente: propia.

b. Methods.

Aquí se definen los métodos propios de cada entidad, mediante una serie de atributos como el tipo, el nombre y los parámetros que recibe.

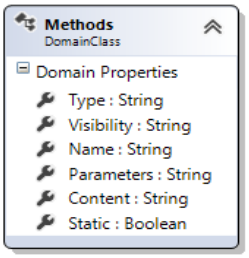


Figura 5: Clase de dominio 'Methods. Fuente: propia.

c. Constructor.

Esta clase de dominio permite definir el contenido de los constructores asignados a la entidad.

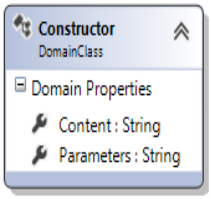


Figura 6: Clase de dominio 'Constructor. Fuente: propia.

3.4 Modelo de presentación

El modelo de presentación es un conjunto de entidades (propias del dominio) que conservan las características del metamodelo y a su vez están relacionadas. En la figura 7 se muestra un ejemplo del modelo de representación del proyecto:

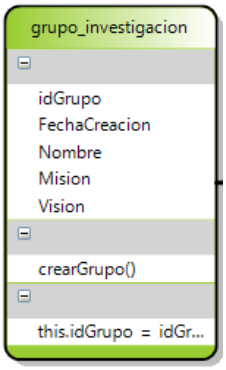


Figura 7: Entidad del modelo de presentación del proyecto. Fuente: propia.

Como se observa en la figura 7, cada una de las entidades se compone de 3 partes, que son las propiedades, métodos y constructor (es), tal cual como fueron definidas en el metamodelo como clases de dominio. Por esta razón, y teniendo en cuenta lo descrito en (Microsoft, Introducción a los modelos, las clases y las relaciones, 2012), se dice que en este modelo se crean instancias del metamodelo, pues en cada uno de los objetos (entidades) se ven reflejados los elementos del DSL. Ahora, si en alguna fase del proyecto se desea, por ejemplo, adicionar alguna propiedad a los atributos de una entidad, se hace la respectiva transformación del metamodelo y ese cambio se verá reflejado en el modelo de representación.

3.5 Generación de código

Un proyecto DSL contiene una serie de archivos denominados plantillas T4, las cuales se pueden emplear para el manejo de los elementos que componen el modelo, y de esta manera construir el lenguaje específico de dominio de acuerdo a los requerimientos. La transformación de estas plantillas permite obtener código en archivos con diferentes extensiones que son definidas según el caso, como se explica detalladamente en (Microsoft, Code Generation and T4 Text Templates, 2016).

En este proyecto se diseñaron cuatro (4) plantillas T4:

- **ModelsGenerator.tt:** plantilla que identifica el conjunto de entidades presentes en el modelo de presentación y construye una clase de C# con los métodos de un CRUD general, con sus respectivos atributos. En este se crea entonces el método para consulta, inserción y modificación, invocando el respectivo procedimiento almacenado que ha sido creado previamente en Oracle.
- **ViewsGenerator.tt:** plantilla que identifica el conjunto de entidades presentes en el modelo de presentación y construye un archivo aspx (extensión de formularios web en .Net) con la definición

de cada uno de los elementos web (campos de texto, listas, etiquetas, botones, entre otros) dependiendo de los valores de los atributos de la clase.

- **ControllersGenerator.tt:** plantilla que identifica el conjunto de entidades presentes en el modelo de presentación y construye una clase de C# con los métodos POST y GET determinados para la API, que pueden ser consumidos ya sea localmente o desde otro dispositivo.
- **ProceduresGenerator.tt:** plantilla que genera un archivo SQL con los procedimientos almacenados para el CRUD en Oracle.

En la imagen de la figura 8, se puede visualizar el resultado de un ejemplo de generación de código a partir de las plantillas T4 realizadas por la metodología propuesta en este proyecto:

```
public class grupo_investigacion
{
    Conn conexion = new Conn();
    public string idGrupo { get; set; }
    public string FechaCreacion { get; set; }
    public string Nombre { get; set; }
    public string Mision { get; set; }
    public string Vision { get; set; }

    public grupo_investigacion()
    {
    }

    public grupo_investigacion(string idGrupo, string Nombre)
    {
        this.idGrupo = idGrupo;
        this.Nombre = Nombre;
    }

    public DataTable crearGrupo(grupo_investigacion obj)
    {
        List<Parameter> parametros = new List<Parameter>();
        parametros.Add(new Parameter("CR_RESULT", "", "CURSOR", ParameterDirection.Output));
        parametros.Add(new Parameter("FechaCreacion", obj.FechaCreacion, "VARCHAR2", ParameterDirection.Input));
        parametros.Add(new Parameter("Nombre", obj.Nombre, "VARCHAR2", ParameterDirection.Input));
        parametros.Add(new Parameter("Mision", obj.Mision, "VARCHAR2", ParameterDirection.Input));
        parametros.Add(new Parameter("Vision", obj.Vision, "VARCHAR2", ParameterDirection.Input));
        return conexion.ExecuteProcedure("PR_GRUPO_INVESTIGACION_REGISTRAR", parametros);
    }
}
```

Figura 8: Código generado a partir de la entidad ‘grupo_investigacion’ (Ver figura 7). Fuente: propia.

4. RESULTADOS

La investigación realizada dio paso a la construcción de un generador de código automático, totalmente personalizado de acuerdo a la necesidad (dominio) y parametrizable para diferentes lenguajes de programación y gestores de bases de datos. En la figura 9 se puede visualizar la parte gráfica del generador con MDD:

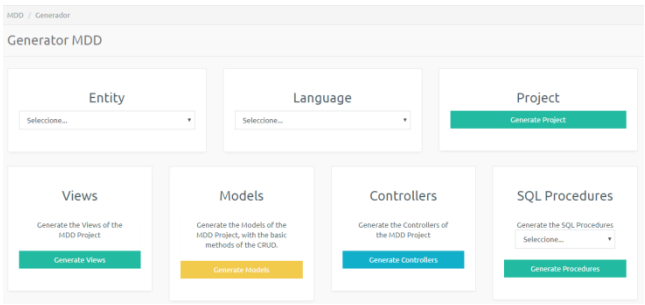


Figura 9: Interfaz del generador de código desarrollado con MDD. Fuente: propia.

Luego de haber realizado la respectiva generación de código, se obtiene, sujeto a algunos ajustes, la plataforma SIGEPI (Sistema para la Gestión de los Proyectos de Investigación), que permite controlar los procesos de investigación en la Universidad de la Amazonia. Es de recalcar que el software fue diseñado teniendo en cuenta en detalle cada uno de los procedimientos establecidos en el sistema de gestión de calidad de la Universidad, aplicando los requisitos de la norma ISO 9001:2008, expuestos en (Standardization, 2008). Actualmente, la aplicación se encuentra en funcionamiento, integrada con el Sistema Misional Chairá de la Universidad de la Amazonia.

La plataforma fue desarrollada en un entorno web, por lo cual es totalmente accesible desde cualquier dispositivo y lugar, para gestionar detalladamente los procesos de presentación, evaluación, y seguimiento (control) de los proyectos de investigación propuestos en la Universidad de la Amazonia, desde sus diversas modalidades (grupos, semilleros o iniciativa propia en investigación).

En la figura 10 se presenta la página inicial del sistema desarrollado, en la cual se muestra información general de los procesos de investigación en la Universidad, como las convocatorias para presentación de proyectos por grupos, semilleros y la trazabilidad de proyectos de investigación realizados.

Figura 10: Página inicial de SIGEPI. Fuente: propia.

Es importante mencionar que el conjunto de opciones en el menú de usuario varía dependiendo del rol que haya sido asignado a la persona que se autentique en el sistema, empleando las credenciales del sistema misional Chairá de la Universidad de la Amazonia. Esto con el fin de garantizar la integridad de la información, en el sentido en que cada función sea ejecutada única y exclusivamente por la persona encargada.

Figura 11: Logo diseñado para el software SIGEPI. Fuente: propia.

5. CONCLUSIONES

La búsqueda continua de información relacionada con el Desarrollo Controlado por Modelos, permitió identificar sus beneficios para la construcción de aplicaciones de acuerdo a los requerimientos del mercado actual, a partir de procesos de ingeniería como la industrialización de software. Cada uno de los elementos que intervienen en estos desarrollos, fueron tenidos en cuenta para la elección de las herramientas a trabajar y con estas dar paso a la creación de nuevos productos que estén disponibles para complementar otros proyectos académicos relacionados.

En este orden de ideas, se identificaron las características principales de MDD y se explicó detalladamente el proceso de creación e implementación de un proyecto con la metodología DSM, que permite adaptar los desarrollos de acuerdo a las necesidades específicas organizacionales, hasta obtener el producto que es, según lo establecido inicialmente, el sistema de información para la gestión de los proyectos de investigación en la Universidad de la Amazonia.

La construcción y transformación de cada uno de los modelos en el proyecto, se realizó contemplando cada uno de los requerimientos identificados a partir del sistema de gestión de calidad, y basados en el funcionamiento de plataformas similares a nivel nacional. Este trabajo ha dejado clara la importancia de los modelos en el desarrollo de software de este tipo, consiguiendo un producto adaptable, a partir de ciertos parámetros como la abstracción, la automatización y el uso de estándares para aportar a la solución de problemas específicos actuales.

Por último, es importante destacar las ventajas de contar con un generador automático de código, ya que permite disminuir los tiempos de ejecución de cada una de las etapas contempladas en la metodología de trabajo (desde la elicitación de requerimientos hasta el desarrollo de la aplicación), además de brindar la posibilidad de hacer cambios o ajustes de forma rápida, los cuales se pueden identificar en la fase de implementación y pruebas para conseguir acatar completamente los objetivos planteados.

Según (Cortés, 2012), aunque las aplicaciones finales se conciben a partir de especificaciones de alto nivel, con el fin de librar al desarrollador tareas de mantenimiento, hay que tener en cuenta la variabilidad que se puede generar en los requerimientos de un proyecto; como se describe en (J. H. Canós, 2003), hay que responder a los cambios de forma eficiente. Para ello se considera relevante implementar a futuro mecanismos que permitan realizar los cambios que sean necesarios en los desarrollos que se encuentren en producción, desde el modelo base, y que además se pueda conservar el código actual. Es decir que, si es ineludible, la generación del código se pueda realizar en cualquier etapa de ejecución del proyecto y no se genere conflicto con el desarrollo existente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

C. Pons, R. G. (04 de 10 de 2010). *Desarrollo de software dirigido por modelos. Conceptos teóricos y su aplicación práctica*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26667/Documento_completo__.pdf?sequence=1

Camacho, A. B. (2010). Construcción de un Lenguaje Específico de Dominio para el desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma. *Universidad Javeriana*.

Cortés, A. (2012). GENERACIÓN DE APLICACIONES MEDIANTE LENGUAJES ESPECIFICOS DE DOMINIO. *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

docplayer. (22 de 10 de 2012). *Model Driven Development (MDD)*. Obtenido de http://docplayer.es/557566-Model-driven-development-mdd.html

Gallo, P. R. (2011). Gestión documental en las organizaciones. *UOC*.

Gómez, P. (17 de 12 de 2016). *Herramientas de Metamodelado*. Obtenido de http://dis.um.es/~jmolina/Pfc/DSLvsMetaedit.pdf

Higuera, G. (21 de 12 de 2016). *METAMODELO PARA CONFIGURACIONES EN DISPOSITIVOS DE*. Obtenido de http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4310/1/HigueraCastroGustavoAdolfo2016.pdf

J. H. Canós, P. L. (2003). Metodologías ágiles en el desarrollo de software. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Microsoft. (06 de 12 de 2012). *Introducción a los modelos, las clases y las relaciones*. Obtenido de https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb126288.aspx

Microsoft. (06 de 12 de 2016). *Code Generation and T4 Text Templates*. Obtenido de https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb126445.aspx

Microsoft. (08 de 07 de 2017). *ASP.NET Web Api*. Obtenido de https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh833994(v=vs.108).aspx

Molina, J. G. (21 de 12 de 2016). Fundamentos del DSDM. Metamodelado. Departamento de Informática y Sistemas, España.

Montenegro, C. E. (2011). APLICACIÓN DE INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS (MDA), PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE MODELADO DE DOMINIO ESPECÍFICO (DSM) Y LA CREACIÓN DE MÓDULOS EN SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS) INDEPENDIENTES DE LA PLATAFORMA. *Universidad Distrital*.

Oscar Sánchez, P. G. (2016). *Manual de uso - Visual Studio DSL Tools.* España.

Özgür, T. (01 de 2007). *Comparison of Microsoft DSL Tools and Eclipse Modeling*. Obtenido de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.118.6383&rep=rep1&type=pdf

Pulsosocial. (12 de 11 de 2016). *Estandarizar: la industrialización del software*. Obtenido de http://pulsosocial.com/2012/12/13/estandarizar-la-industrializacion-del-software/

scielo. (20 de 12 de 2016). *MDA Y EL PAPEL DE LOS MODELOS EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372007000200011&script=sci_arttext&tlng=pt#(fig2)

Standardization, I. O. (2008). Norma Internacional - Traducción Oficial ISO 9001. Ginebra, Suiza: Secretaria Central de ISO: http://www.imre.uh.cu/wordpress/wp-content/uploads/2015/06/NC-ISO-9001-2008.pdf.

Texier, J., De Giusti, M., Oviedo, N., Villareal, G., & Lira, A. (2012). Los Beneficios del Desarrollo Dirigido por Modelos en los Repositorios Institucionales. *SEDICI, Repositorio Institucional de la UNLP*.

Ticportal. (12 de 12 de 2016). *¿Qué es un sistema de gestión documental?* Obtenido de https://www.ticportal.es/temas/sistema-gestion-documental/que-es-sistema-gestion-documental

vanguardia. (17 de 09 de 2016). *Industrialización del software: una herramienta de competitividad*. Obtenido de http://www.vanguardia.com/historico/12935-industrializacion-del-software-una-herramienta-de-competitividad

Vilaine, M. (19 de Enero de 2012). *Estudio de Framework Visual Studio DSL Tools*. Obtenido de http://wikis.uca.es/wikiPLII/images/b/bc/EstudioDSLTools.pdf

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

SOFTWARE PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS GRADUADOS DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA NODO NORTE

LEIDY VIVIANA NOVA CHIQUIZA
Universidad de Cundinamarca
levirosti@hotmail.com

JUAN CARLOS HERRERA ESTRADA
Universidad de Cundinamarca
juancarlosherrera@ucundinamarca.edu.co

HÉCTOR JOSÉ PABÓN ÁNGEL
Universidad de Cundinamarca
hipa2450@mail.unicundi.edu.co

RESUMEN

Actualmente se están implementando muchos programas para facilitar y mejorar la viabilidad de los procesos dentro de una organización, lo que permite a la organización mejorar la atención y ser más rápidos.

La oficina de posgrado del nodo norte de la Universidad de Cundinamarca (Ubaté, Zipaquirá y Chia) se encarga de integrar a los egresados con la Universidad y así generar beneficios mutuos y participación activa en los procesos, también tiene la función de ofrecer acuerdos, descuentos, Tarjeta de graduados y ofrece asesoramiento y apoyo con el procesamiento de la tarjeta profesional, para que los graduados sientan que la Universidad continúa apoyándolos.

La oficina de postgrado se centra principalmente en tener la información actualizada de cada uno de sus graduados y así saber que tienen después de graduarse, sin duda sería necesario implementar software que le permite actualizar la información de los graduados. Graduados, esto permitirá a la oficina de posgrado un seguimiento óptimo de los graduados de toda la Universidad de Cundinamarca de forma remota, actualizada e instantáneamente

PALABRAS CLAVES

Oficina de graduados, software, actualización de datos, Universidad de Cundinamarca.

ABSTRACT

Many software are now being implemented in order to facilitate and improve the feasibility of processes within an organization, this allows the organization to improve care and be faster.

The graduate office of the University of Cundinamarca north node (Ubaté, Zipaquirá and Chia) is in charge of integrating the graduates with the University and thus generating mutual benefits and active participation in the processes, also has the function of offering agreements, discounts , A card of graduates and offers advice and support with the processing of the professional card, in order that the graduates feel that the University continues to support them.
The graduate office focuses mainly on having the updated information of each of its graduates and thus know that they have after graduating, without doubt it would be necessary to implement software that allows you to update the information of the graduates. Graduates, this will allow the graduate office an optimal follow-up to graduates of the entire University of Cundinamarca remotely, updated and instantly

KEYWORDS
Office of graduates, software, data update, University of Cundinamarca.

INTRODUCCION

En la actualidad se están implementando muchos software con el fin de facilitar y mejorar la factibilidad de los procesos dentro de una organización, esto le permite a la organización mejorar la atención y ser más rápida.

La oficina de graduados de la Universidad de Cundinamarca nodo norte (Ubaté, Zipaquirá y Chía) está encargada de integrar a los graduados con la Universidad y así generar beneficios mutuos y una participación activa dentro de los procesos, también tiene como función ofrecer convenios, descuentos, Carnet de graduados y ofrece asesorías y apoyo con el trámite de la tarjeta profesional, con el fin que los graduados sientan que la Universidad los sigue apoyando.

La oficina de graduados se enfoca más que todo en tener la información actualizada de cada uno de sus graduados y así saber que han acho después de graduarse, sin dudar sería necesaria la implementación de un software que le permita realizar la actualización de la información de los graduados, esto le permitirá a la oficina de graduados un seguimiento óptimo a los graduados de toda la Universidad de Cundinamarca de forma remota, actualizada y al instante.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la oficina de graduados de la Universidad de Cundinamarca nodo norte (Ubaté, Zipaquirá, Chía) viene realizando seguimiento a los graduados de los distintos programas académicos de pregrado y posgrado donde se observa que no se tiene una herramienta pertinente para llevar acabo dicho seguimiento razón por la cual la persona encargada de la oficina de graduados viene realizando encuestas físicas para la actualización de información y la recopilación de los datos en Excel, encontrando dificultad en la recopilación de información de graduados, ya que no existe una herramienta apta para integrar los datos necesarios lo cual conlleva a no tener un registro actualizado y verídico, generando inconvenientes en la obtención de datos para la oficina de graduados.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto realizara un software (para el seguimiento de los graduados de la Universidad de Cundinamarca nodo norte) con el fin de satisfacer una necesidad evidenciada en la oficina de graduados.

Mediante el software se pretende actualizar la información de los estudiantes graduados de la Universidad de Cundinamarca de forma verídica, permitirá consultar la información de los graduados en tiempo real y al mismo tiempo se generan informes dependiendo del requerimiento el cual pueden ser en Excel o en PDF, a su vez este nos permite notificar acerca de eventos o envió de información pertinente para los graduados.

Su trascendencia radica en que se tendrá un programa dentro de la oficina de graduados el cual permitirá realizar un seguimiento óptimo a los graduados de toda la Universidad de Cundinamarca de forma remota, actualizada y al instante.

El software aportara a la oficina de graduados una herramienta con la cual mejorara el desempeño, los tiempos en la labor, la credibilidad y veracidad de la información y se tendrá una comunicación más directa con los graduados de la Universidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un software para el seguimiento de los graduados para la oficina de gradados de la Universidad de Cundinamarca nodo norte

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la información y requerimientos, seleccionando los más adecuados para el software
- Diseñar las diferentes funcionalidades del software teniendo en cuenta los requerimientos establecidos
- Construir un software para el seguimientos de graduados
- Realizar la pruebas para observar el funcionamiento del software

METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Metodología XP o metodología de programación extrema

XP es una metodología ágil la cual sirve para el desarrollo de software la cual se enfoca en la relación que se tenga con el cliente para logra un producto de buena calidad y en un corto tiempo, el fin de esta metodología es afianzar las relaciones entre las personas que trabajen el proyecto y así lograr terminar con éxito el software.

"La filosofía de XP es satisfacer al completo las necesidades del cliente, por eso lo integra como una parte más del equipo de desarrollo." (Lopez, 2017)

La metodologia XP cuenta con algunos valores los cuales son:

- Comunicación: Se basa en que la comunicación cara a cara esla mejor forma de comunicación en un proyecto.
- Simplicidad: Se enfoca en que la resolucion del problema sea mas simple.
- Retroalimentacion: Permite que el desarrollo del software vaya en la direccion correcta que el cliente requiere.
- Valentia:Es esencial para que los desarrolladosre vayan a a la par con el cambio.
- Respeto: El equipo de trabajo de parecer uno solo y asi obtener buena calidad del software.

XP maneja diferentes tipos de roles los cuales son:

- Programador
- Cliente
- Encargado de pruebas(Tester)
- Encargado de seguimiento(Tracker)
- Entrenador(Coach)
- Consultor
- Gestor(Big boss)

La metodología XP define cuatro variables para cualquier proyecto de software: costo, tiempo, calidad y alcance. (Lopez, 2017)

Figura 1: Etapas de la metodología XP (site.google, 2017)

DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

Objetivo 1:

Fase de planificación

Historias de usuarios

Las historias de usuario para el software para el seguimiento de graduados son los siguientes:

- Acceso al sistema
- Encuesta de actualización de información
- Anuncio de todos los servicios y beneficios de la oficina de graduados.
- Estilo
- Observar redes sociales y contáctenos
- Acceso al sistema administrador
- Registro de graduados
- Registro de nuevas carreras
- Consultas y generación de reportes
- Crear eventos
- Exportación de datos PDF
- Exportación de datos Excel

A continuación en las tablas se muestran las historias de usuarios, las cuales fueron utilizadas para llevar a cabo el desarrollo del sistema.

Tabla 1: Historia de usuario, Acceso al sistema

Historia de usuario	
Numero:1	Nombre historia de usuario: Acceso al sistema
Modificación de historia de usuario: 07 de Agosto de 2017	
Usuario: Graduado	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: El graduado recibirá un correo electrónico en cual encontrara un link que lo direccionara a la página principal del software, este le pedirá un usuario y una contraseña, si es la primera vez que ingresa su usuario y contraseña será su número de documento, una ver ingrese al sistema el	

graduado podrá cambiar su contraseña. Posteriormente el software verificara que se encuentre en la base de datos y le permitirá acceder a la encuesta de actualización de datos.
Observaciones: Contraseña y usuarios son los mismos, en el primer ingreso al sistema.

Tabla 2: Historia de usuario, Acceso al sistema

Historia de usuario	
Numero:2	Nombre historia de usuario: Encuesta de actualización de información.
Modificación de historia de usuario: 07 de Agosto de 2017	
Usuario: Graduado	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: La encuesta es realizada por los graduados, se basara en el formato de encuesta que la oficina de graduados maneja actualmente con el plus de agregar una foto, esta información se visualizara en pestañas. La información que debe contener se visualiza en la ilustración 2: Actualización de información de los graduados.	
Observaciones: La actualización de la información de los graduados se realizara semestralmente.	

Tabla 3: Historia de usuario, Encuesta de actualización de información.

Historia de usuario	
Numero:3	Nombre historia de usuario: Anuncio de todos los servicios y beneficios de la oficina de graduados.
Modificación de historia de usuario: 09 de Mayo de	

2017	
Usuario: Graduado	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Se creara un slider en el cual se ira visualizando todos los beneficios que contiene la oficina de graduados como son: • Trámite de su tarjeta profesional • Carné de graduado • Servicios de biblioteca • Descuento en programas de postgrado. • Gimnasio y demás espacios deportivos • Servicios de biblioteca	
Observaciones: Se debe ir mostrando mientras los graduados van respondiendo la encuesta	

Tabla 4: Historia de usuario, Anuncio de todos los servicios y beneficios de la oficina de graduados.

Historia de usuario	
Numero:4	Nombre historia de usuario: Estilo
Modificación de historia de usuario: 01 de Mayo de 2017	
Usuario: Graduado	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Los colores van hacer acordes a la Universidad de Cundinamarca	
Observaciones:	

Tabla 5: Historia de usuario, Estilo

Historia de usuario	
Numero:5	Nombre historia de usuario: Observar redes sociales y contáctenos
Modificación de historia de usuario: 09 de Mayo de 2017	
Usuario: Graduados	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: En el link se debe mostrar todas las redes sociales en las cuales los graduados pueden contactar con el encargado de la oficina de graduados nodo norte. 1. Facebook 2. Twiter 3. Nombres y correo electrónico del encargado de la oficina de graduados nodo norte	
Observaciones:	

Tabla 6: Historia de usuario, Observar redes sociales y contáctenos

Historia de usuario	
Numero:6	Nombre historia de usuario: Acceso al sistema administrador
Modificación de historia de usuario: 07 de Agosto de 2017	
Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Este tipo de usuario ingresara con su número de identificación y una clave única con la cual podrá ingresar al software.	
Observaciones:	

Tabla 7: Historia de usuario, Acceso al sistema administrador

Historia de usuario	
Numero:7	Nombre historia de usuario: Registro de graduados
Modificación de historia de usuario: : 07 de Agosto de 2017	
Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:20
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Para la creación de un nuevo graduado se debe diligenciar solo la información esencial como lo es: • Nombres • Apellidos • Documento de identidad • Correo electrónico • Programa académico • Sede • Periodo • Año Después de ingresar esta información el sistema validara que todos los campos hayan sido diligenciados, guardara y enviara el correo del graduado para su correspondiente actualización de información.	
Observaciones:	

Tabla 8: Historia de usuario, Registro de graduados

Historia de usuario	
Numero:8	Nombre historia de usuario: Registro de nuevas carreras
Modificación de historia de usuario: 09 de Mayo de 2017	
Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Para crear una carrera tiene que diligenciar lo siguiente: • El nombre de la carrera • Ubicación de la carrera	
Observaciones: Ese proceso solo se realiza cuando la Universidad haya creado recientemente algún programa académico.	

Tabla 9: Historia de usuario, Registro de nuevas carreras

Historia de usuario	
Numero:9	Nombre historia de usuario: Consultas y generación de reportes
Modificación de historia de usuario: 09 de Mayo de 2017	
Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Consultar le permitirá al Administrador, buscar personas en específico por medio	

de la cedula o su nombre. También le permitirá por medio de las preguntas que se realizaron en la encuesta de actualización de información, con este modo de búsqueda el software arrojara reportes estadísticos, donde se observara el porcentaje dependiendo de la pregunta elegida.
Observaciones:

Tabla 10: Historia de usuario, Consultas y generación de reportes

Historia de usuario	
Numero:10	Nombre historia de usuario: Crear eventos
Modificación de historia de usuario: 01 de Mayo de 2017	
Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: Eventos le permitirá al usuario crear eventos o información relevante para los graduados. Tendrá la opción de filtrar por si la información que se quiera compartir no es indicada para todos los graduados, este filtro se podrá realizar por: • Programa académico • Seccional o extensión • O los dos Estos eventos o información serán enviados a los correos de los graduados.	
Observaciones:	

Tabla 11: Historia de usuario, Crear eventos

Historia de usuario	
Numero:11	Nombre historia de usuario: Exportación de datos PDF
Modificación de historia de usuario: 09 de Mayo de 2017	

Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: El sistema deberá permitir al usuario administrador exportar las estadísticas de las encuestas o un listado de graduados a un archivo PDF para su posterior manipulación.	
Observaciones:	

Tabla 12: Historia de usuario, Exportación de datos PDF

Historia de usuario	
Numero:12	Nombre historia de usuario: Exportación de datos Excel
Modificación de historia de usuario: 09 de Mayo de 2017	
Usuario: Administrador	Iteraciones asignadas:1
Prioridad en negocio: Alta (Alta/ Media/ Baja)	Puntos estimados:2
Riesgos en desarrollo: Media (Alta/ Media/ Baja)	Programador responsable: Leidy Viviana Nova Chiquiza
Descripción: El sistema deberá permitir al usuario administrador exportar las estadísticas de las encuestas a un archivo Excel para su posterior manipulación.	
Observaciones:	

Bosquejos

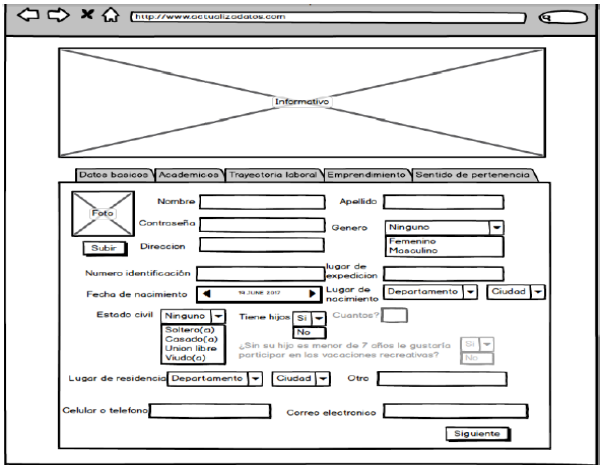


Figura 1: Interfaz datos básicos

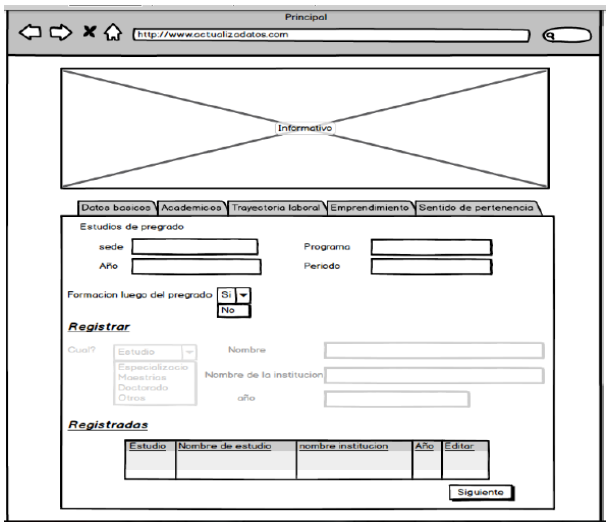


Figura 2: Interfaz datos académicos

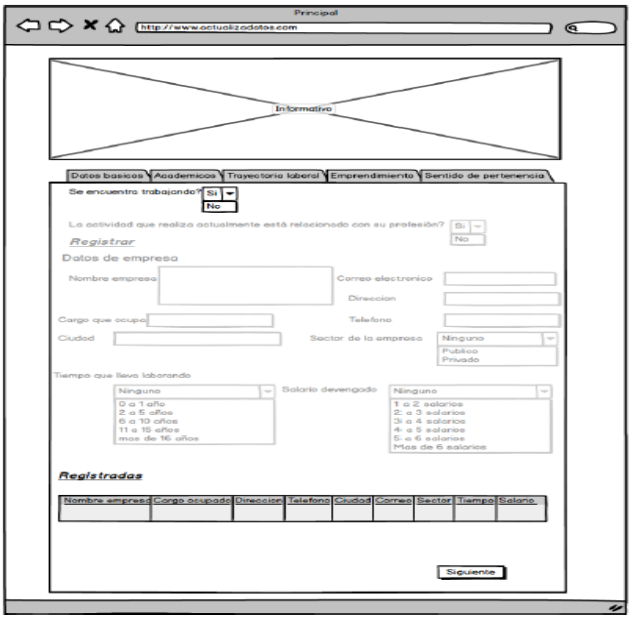


Figura 3: Interfaz datos trayectoria laboral

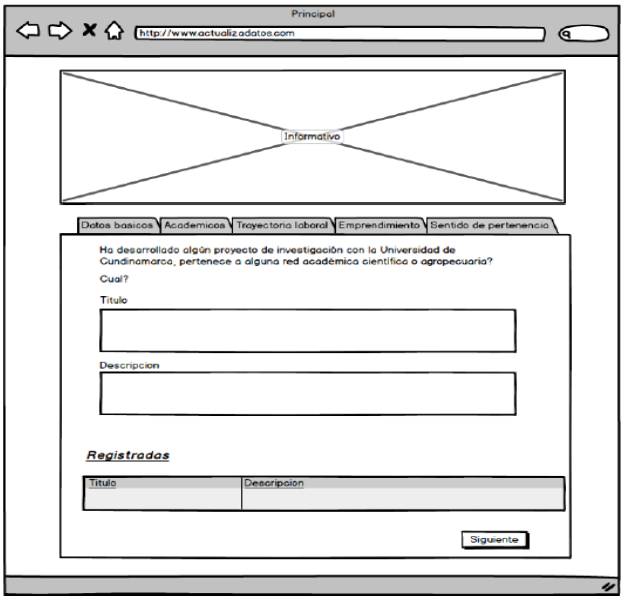


Figura 4: Interfaz datos emprendimiento

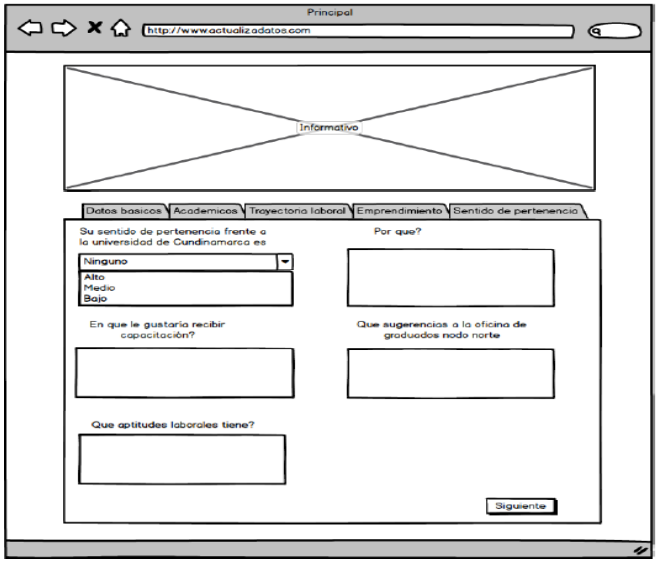


Figura 5: Interfaz datos de sentido de pertenecía

REFERENCIAS

[1] The PHP Group. (2017). *php*. Obtenido de ¿Que es PHP?: http://php.net/manual/es/intro-whatis.php

[2] agudelo, h. (24 de Junio de 2015). *Prezi*. Obtenido de SISESEI: https://prezi.com/qvynzjuejmmw/sistema-de-informacion-para-el-seguimiento-de-egresados-en-s/

[3] Alvarez, M. A. (23 de Nobiembre de 2009). *CodeIgniter*. Obtenido de https://desarrolloweb.com/articulos/codeigniter.html

[4] Barcia, D. (8 de Noviembre de 2015). *¿Que es CSS?* Obtenido de http://www.maestrosdelweb.com/introcss/

[5] Centro de gestion de la calidad y del cambio. (2107). Obtenido de Seguimiento de egresados universitarios : http://www.seguimientoegresados.com/

[6] conceptodefinicion.de. (26 de Enero de 2015). *Definicion de HTML*. Obtenido de http://conceptodefinicion.de/html/

[7] Fontán, M. (Octubre de 25 de 2012). *CodeIgniter, un framework PHP para el desarrollo rápido de aplicaciones web.* Obtenido de http://www.adwe.es/codigo/codeigniter-framework-php-desarrollo-aplicaciones-web

[8] Gardey, J. P. (2013). *Definicion.de*. Obtenido de Definición de Java: http://definicion.de/java/

[9] jordisan. (29 de Septiembre de 2009). *¿Qué es un 'framework'?* Obtenido de http://jordisan.net/blog/2006/que-es-un-framework/

[10] LEXICOON. (Enero de 2017). *lexicoon*. Obtenido de Diccionario: http://lexicoon.org/es/graduado

[11] Lopez, Y. B. (2017). *Metodologia Agil de desarrollo de software -XP*. Obtenido de http://www.runayupay.org/publicaciones/2244_555_COD_18_290814203015.pdf

[12] masadelante.com. (2017). *¿Qué es JavaScript? - Definición de Javascript*. Obtenido de http://www.masadelante.com/faqs/javascript

[13] masadelante.com. (2017). Definición de CSS - ¿Qué son las hojas de estilo o cascading style sheets? Obtenido de http://www.masadelante.com/faqs/css

[14] Parodi, G. M. (17 de Diciembre de 2015). *Ministrio de educacion nacional decreto numero 2450 de 2015*. Obtenido de http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-357048_recurso_1.pdf

[15] site.google. (2017). *Metodologia XP*. Obtenido de Funcionamiento: https://sites.google.com/site/xpmetodologia/marco-teorico/funcionamiento

[16] TechTarget. (Enero de 2015). *TechTarget*. Obtenido de MySQL: http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL

[17] Universidad de Cundinamarca. (2017). *Oficina de graduados*. Obtenido de Quienes somos: http://www.unicundi.edu.co/index.php/graduados

[18] Zapata, C. (2011). *¿Qué es XAMPP y para que sirve?* Obtenido de http://mantenimientosdeunapc.blogspot.com.co/2011/11/que-es-xampp-y-para-que-sirve.html

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA COMUNICAR UN CÓDIGO CON UNA BASE DE DATOS DE VALORES NUTRIMENTALES

ING. ARTURO PÉREZ DORANTES; DR. MÁXIMO LÓPEZ SÁNCHEZ; ING. GLADIS BAUTISTA ARELLANO; DR. NOÉ A. CASTRO SÁNCHEZ; ING. MELISA HERNÁNDEZ SALINAS.
{arturo9324; maximo; ncastro; melisa.hernandez} @cenidet.edu.mx
gladisconsultoramk@hotmail.com

RESUMEN

La disponibilidad de teléfonos inteligentes permite a los usuarios obtener información sin tener que utilizar grandes recursos tecnológicos, emplear pocos esfuerzos cognitivos y trabajar en múltiples áreas de conocimiento. Diversas acciones pueden llevarse a cabo, algunas tales como: compras, transacciones bancarias, entretenimiento, turismo y otras más. Sectores que no pueden quedar al margen es el dedicado a la salud. Hoy día México ocupa el segundo lugar en obesidad a nivel mundial con más del 34.4% de su población, lo que podría considerarse como un problema grave de salud, siendo una de las causas el consumo indiscriminado de productos con bajo contenido nutricional; agregando el poco conocimiento para interpretar los valores nutrimentales que aparecen en las envolturas de los productos comerciales y que por ley en México deben aparecer impresos en estas. El presente trabajo describe la comunicación entre un código QR y una base de datos, para llevar a cabo la identificación de productos comerciales empaquetados presentes en México y sus valores nutrimentales.

PALABRAS CLAVE

Contenido nutricional; sector salud; código QR; productos de mercado; base de datos.

ABSTRACT

The availability of smartphones allows users to get information without having high-tech resources, use few cognitive efforts and work in multiple areas of knowledge. Many actions may be performed, such as shopping, banking, entertainment, tourism and more. Health is the sector that cannot be left out. Nowadays Mexico ranks second worldwide in obesity with more than 34.4% of its population, which could be considered as a serious health problem, being the consumption of products with low nutritional content the main cause boosted by the lack of knowledge for the interpretation of nutritional values that appear on the labels of the commercial products which by Mexican law must appear printed. The present work describes the communication between a QR code and a database, to carry out the identification of commercially packaged Mexican products and their nutritional values.

KEYWORDS

Nutrimental content; health sector; QR code; market products; database.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo, por lo que se considera que una buena nutrición (que puede definirse como una dieta suficiente y equilibrada combinada con el ejercicio físico regular) es un elemento fundamental para tener buena salud; por el contrario una mala nutrición puede llegar a reducir la inmunidad, aumentar la vulnerabilidad a las enfermedades (las cuales pueden llegar a derivar en la muerte), alterar el desarrollo físico y mental, e incluso puede llegar a reducir la productividad. [1]

La norma mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 establece que los productos que se consumen a diario, por ejemplo bebidas gaseosas, frituras, lácteos, comida enlatada (frijoles, conservas, ensaladas, etc.) y que cuenten con envoltura, paquete o envase, deben tener adjunta su información nutrimental o algún código de referencia que permita obtener dicha información, tal como número telefónico o URL para acceso a internet [2]. Sin embargo gran parte de la población suelen ignorar dichas etiquetas, ya sea porque no les interesa, no saben interpretar la información, o de igual forma porque lo consideran una pérdida de tiempo al no conocer sus valores de consumo adecuados a su complexión física e incluso porque simplemente desean consumir su producto sin importarles lo que el contenido puede llegar a repercutir en su salud.

Se han desarrollado aplicaciones móviles que muestran información nutrimental pero sólo hacen referencia a los datos que previamente han sido almacenados, sin embargo con la llegada de teléfonos multisensoriales, el uso de dispositivos tales como la cámara, facilitan el que un usuario pueda utilizarla para poder obtener información que puede ser procesada y de utilidad para su provecho, sin necesidad de que tenga que hacer el manejo de los datos de manera manual.

Es por ello que el presente artículo describe una aplicación móvil que ayude a los usuarios a conocer la información nutricional de los productos a partir de su código de autenticación, ya sea código de barras o QR, con el fin de almacenar el consumo de productos y nutrientes para posteriormente utilizar esta información proporcionándole a los usuarios una retroalimentación de consumo adecuada y concerniente a su complexión física, edad, sexo.

MOTIVACIÓN

La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas, de acuerdo a la OMS este desequilibrio ha ido incrementando en los últimos años por dos principales razones:

- Un aumento en la ingesta de alimentos de alto contenido calórico que son ricos en grasa; y
- Un descenso en la actividad física debido a la naturaleza cada vez más sedentaria de muchas formas de trabajo, los nuevos modos de transporte y la creciente urbanización [3].

En las últimas décadas este desequilibro calórico ha ido incrementando en gran parte de la población mundial el índice de sobrepeso, llegando incluso a incrementar alarmantemente los niveles de obesidad. A continuación se presentan estadísticas que reflejan la gravedad del problema 3].

- En 2014, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 600 millones eran obesos.
- En general, en 2014 alrededor del 13% de la población adulta mundial (un 11% de los hombres y un 15% de las mujeres) eran obesos.
- En 2014, el 39% de los adultos de 18 o más años (un 38% de los hombres y un 40% de las mujeres) tenían sobrepeso.
- Entre 1980 y 2014, la prevalencia mundial de la obesidad se ha más que doblado.

Estudios realizados por la OMS, a lo largo de los años, han concluido que algunas de las principales causas de muerte están relacionadas con el sobrepeso o la obesidad, algunos ejemplos son:

- Las enfermedades cardiovasculares (principalmente las cardiopatías y los accidentes cerebrovasculares), que fueron la principal causa de muertes en 2012;
- La diabetes;
- Los trastornos del aparato locomotor (en especial la osteoartritis, una enfermedad degenerativa de las articulaciones muy incapacitante), y
- Algunos cánceres (endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colon).

De acuerdo a [4] en el año 2014 México ocupaba el segundo lugar en obesidad a nivel mundial con el 34.4% de la población total.

Con el fin de resolver este problema [5] emitió la declaratoria de emergencia epidemiológica EE-4-2016 para todo el territorio mexicano, ante la magnitud y trascendencia de los casos de diabetes mellitus.

Es por ello que la motivación al realizar este trabajo es ofrecer una aplicación que sirva de ayuda para que mediante este servicio se pueda consultar la información nutricional de los productos que se consumen día con día y, de esta forma ayudar a los usuarios a mejorar sus hábitos alimenticios y en consecuencia su salud, buscando con esto la disminución de los índices de obesidad, lo cual podría ayudar a reducir los índices de mortalidad y en consecuencia mejorar la calidad de vida de la población en general.

3. CONCEPTOS REQUERIDOS

3.1. Código QR

Según [6] es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. Fue creado en 1994 por la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota. Estos códigos son capaces de almacenar números, caracteres en general e incluso archivos pequeños.

3.2. Código de barras

Según [7] es una tecnología de rápido crecimiento, que está revolucionando los puntos de venta (POS) y la forma en que se recolecta, almacena y recupera la información. Ya sea en el supermercado, laboratorio, hospital, muelles de carga, etc. Los código de barras se han convertido en una parte integral del proceso de recolección de datos.

3.3. Formato JSON

JavaScript Object Notation es un formato para el intercambio de datos; básicamente JSON describe los datos con una sintaxis dedicada que se usa para identificar y gestionar los datos [8].

3.4. Google Services

Las cuentas de Google nos permiten acceder a distintas aplicaciones que hoy en día funcionan en el mercado, esto con el único fin de hacer más fácil el manejo de información de cada uno de los propietarios de dicha cuenta.

3.5. Base de datos SQLite

SQLite [9] es una biblioteca en proceso que implementa un motor de base de datos SQL autónomo, sin servidor, de configuración cero y transaccional. El código para SQLite está en el dominio público y por lo tanto es gratuito para su uso para cualquier propósito, comercial o privado. SQLite es la base de datos más ampliamente implementada, la que incluye proyectos de alto perfil.

4. DESARROLLO DEL LECTOR DE CÓDIGO DE BARRAS Y QR

La librería ZXing [10] permite procesar imágenes multi-formato en 1D/2D y de código abierto. Actualmente es capaz de reconocer los formatos UPC-A, UPC-E, EAN-8, EAN-13, Códigos 39, 93, 128, ITF, Codabar, RSS-14 (en todas sus variantes), Matriz de datos (Data Matrix), Aztec, PDF 417 y por supuesto los populares códigos QR, los cuales son muy utilizados por la tecnología móvil.

Con el fin de reducir la cantidad de memoria utilizada en el dispositivo móvil, se tomó la decisión de prescindir de aplicaciones de terceros (aplicaciones de Scanner), haciendo uso de la cámara que se encuentra disponible en el dispositivo móvil. Para obtener la información del código de barras o código QR se utilizó una compilación de código fuente (compile 'com.google.zxing:core:3.2.1) de la librería antes mencionada, de esta forma se aseguró la funcionalidad sin comprometer la integridad del proyecto ni la memoria del dispositivo.

Al integrar el lector de códigos a la aplicación (Figura 1) conseguimos una respuesta rápida y precisa en gran parte de los dispositivos bajo los cuales se realizaron las pruebas.

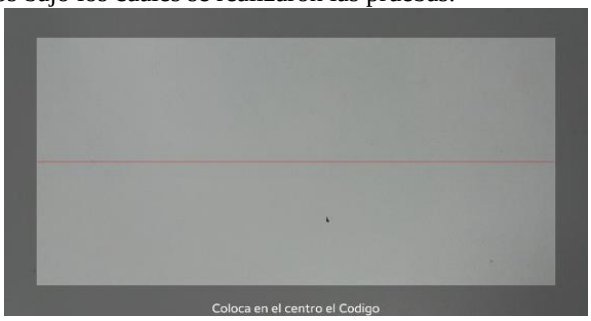


Figura 13. Cámara habilitada como escáner.

5. INICIO DE SESIÓN CON CUENTA DE GOOGLE

La aplicación muestra la opción de iniciar sesión mediante una cuenta de Google (Figura 2), pudiendo seleccionar alguna de las cuentas activas en el dispositivo, esto con el fin de mantener un correcto control sobre los datos de consumo que se almacenan, de forma que podamos asociar el consumo de productos y nutrientes, y en consecuencia proporcionarle a los usuarios mejores recomendaciones basadas en su consumo y en la información relacionada al perfil del usuario (Figura 3), el cual consiste en la edad, peso, estatura, sexo, algunas enfermedades, entre otras variables que en consecuencia podrían llegar a afectar los valores de consumo óptimos.

6. BASE DE DATOS LOCAL (SQLITE)

Con el fin de mejorar la manipulación de la información y ayudar a mantener un registro y control completo respecto al consumo de productos, se permite a los usuarios registrar los productos que hayan sido escaneados por medio del lector de códigos (Figura 4), así como a la información general del usuario requerida para un calcular su balance nutrimental (Figura 3). Se implementó una base de datos relacional bajo el gestor de base de datos SQLite, la cual nos permite llevar a cabo la movilidad necesaria para ser utilizada en un dispositivo móvil.

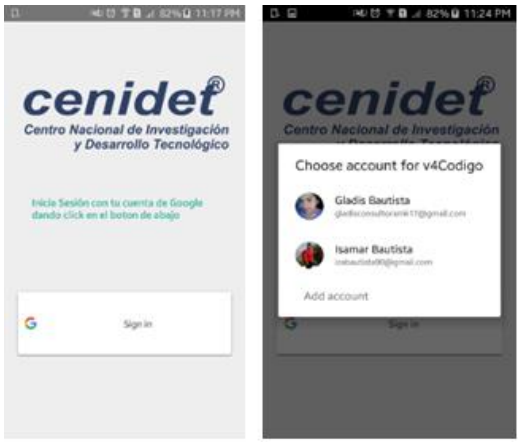


Figura 14. Pantallas de inicio de sesión con cuenta de Google.

Figura 15. Pantalla de registro de información.

Figura 16. Pantalla de registro de producto.

7. PRUEBAS

Se realizaron pruebas de las principales funcionalidades del sistema:

- Inicio de sesión con una cuenta de Google (Figura 5): estas pruebas consistieron en probar todos los posibles escenarios al intentar obtener la información necesaria (ID, nombre de usuario, email, URL de la imagen) para enlazar la cuenta del usuario con su perfil de Google.

Figura 17. Prueba de inicio de sesión en la aplicación.

- Obtención de la información por medio del lector de códigos (Figura 6 y Figura 7): La aplicación desarrollada obtiene la información nutrimental a través de la lectura del código de barras, realizando una consulta en un servidor externo por medio del código, el cual retornará la información nutrimental al dispositivo móvil en formato JSON o a través de un código QR y posteriormente mostrará esta información en el dispositivo móvil (Figura 8), lo cual permitirá a los usuarios evaluar y considerar si el consumo de los productos escaneados es adecuado de acuerdo al perfil del usuario.

Figura 18. Iniciar escáner de código de barras.

Figura 19. Iniciar escáner de código QR.

- Registro de productos escaneados en la base de datos local (Figura 9): Se realizaron pruebas de registro dentro de la base de datos local de productos que se hayan consumido, esto con el propósito de evaluar el correcto funcionamiento del proceso de evaluación del consumo de productos y el proceso de presentación de recomendaciones.
- Por último se realizaron pruebas en la base de datos para el registro y consulta de la información referente al perfil del usuario (Figura 10), dicha información es esencial para la correcta adecuación del consumo óptimo de nutrientes.

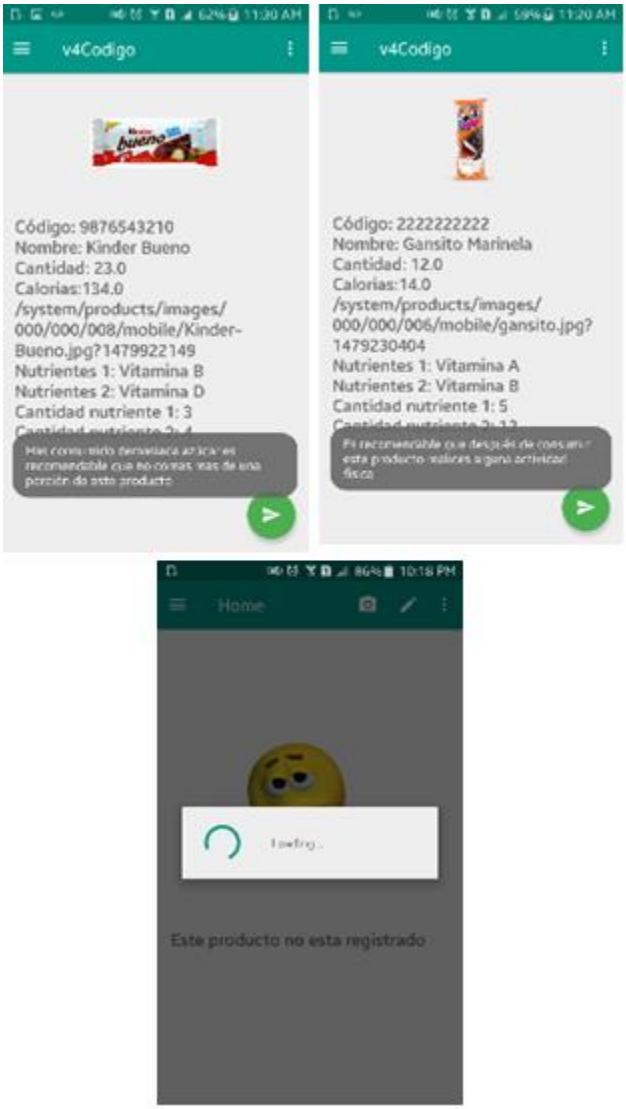


Figura 20. Muestra la información del producto, en caso de error se presenta un mensaje donde se especifica que no existe dicho producto.

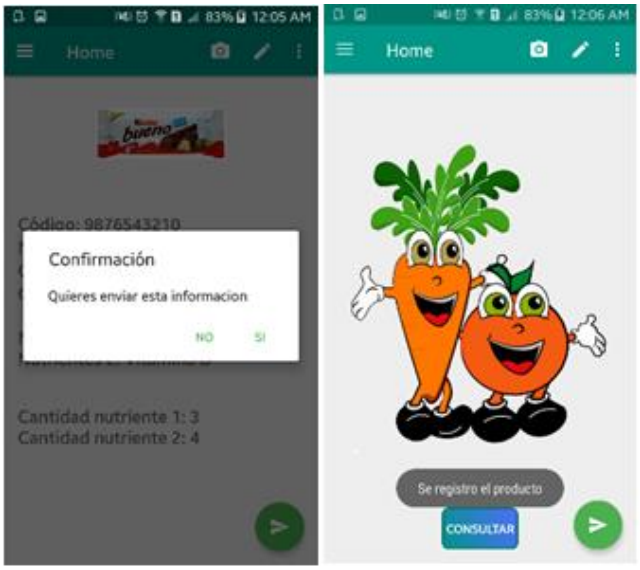


Figura 21. Registro de datos del producto en la base de datos.

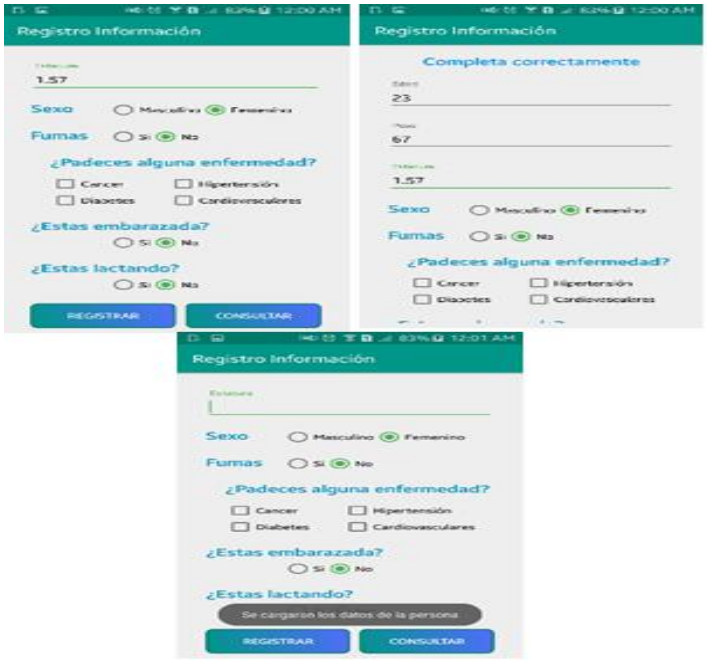


Figura 22. Registro de información

CONCLUSIONES

Las aplicaciones que brindan información para conocer los valores nutricionales de cada uno de los productos que se consumen día con día, presentan en su mayoría funciones básicas y algunas cuantas de estas se encuentras limitadas debido a las plataformas para las cuales fueron desarrolladas. De igual manera, a lo largo del desarrollo de esta aplicación se pudo conocer el alcance que este tipo de soluciones tecnológicas tiene, ya que no solo puede ser aplicado a un país, como inicialmente se tenía pensado, sino que también esta aplicación puede llegar a ser utilizada por diversas personas en distintos países alrededor del mundo, las que buscan mejorar su estilo de vida, reducir sus índices de obesidad o simplemente buscan tener un mejor control en su nutrición.
Por otra parte se ha contemplado mejorar el sistema para ofrecer recomendaciones y así poder proporcionar información más adecuada al estilo de vida de los usuarios.

REFERENCIAS

[1] OMS (Organización Mundial de la Salud) Temas de Salud, Nutrición. Enero 2016 obtenido de http://www.who.int/topics/nutrition/es/
[2] SEGOB, «Diario Oficial de la Federación,» 24 Julio 2014. [En línea]. Available: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356328&fecha=14/08/2014.
[3] OMS (Organización Mundial de la Salud) Causas del sobrepeso y la obesidad. Junio de 2016 obtenido de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/
[4] Organization for Economic Co-operation and Development, «oecd,» Junio 2014. [En línea]. Available: http://www.oecd.org/health/Obesity-Update-2014.pdf.
[5] Secretaría de Salud, Comité Nacional de Seguridad en Salud, y Subcomité de Enfermedades Emergentes. (2016) obtenido de https://www.gob.mx
[6] Definición obtenida de Wikipedia https://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_QR
[7] Definición obtenida de MBCEStore (Centro de Atencion a Clientes Mexico) http://www.mbcestore.com.mx/codigo-de-barras/
[8] Definición obtenida de Geeky Theory, https://geekytheory.com/json
[9] About SQLite obtenida de http://sqlite.com
[10] ZOMWI informática y algo más. (2012) obtenida de http://zomwi.blogspot.mx/2012/09/zxing.html

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

APLICACIÓN MOVIL PARA GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE ESCUELAS MUNICIPALES DE MÚSICA

YEIMY ANGÉLICA SILVA NOVOA
yeimy.silva@gmail.com
NUBIA STELLA CARO CARVAJAL
nscaro@gmail.com
MIGUEL ÁNGEL LEGUIZAMÓN PÁEZ
mianlepa@gmail.com
maleguizamonp@correo.udistrital.edu.co
Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica

RESUMEN

Este documento presenta la relevancia del uso de tecnologías de la información para gestionar procesos administrativos en las escuelas municipales de música en Colombia, que actualmente ascienden a más de 1000 escuelas en los 32 departamentos del país [1], buscando fortalecer la estructura organizativa de las escuelas que tienen un carácter de educación informal, por lo cual, el Ministerio de Cultura de Colombia busca que, a través de la plataforma web implementada por la misma entidad, se logre la consolidación de información de estudiantes, organización programática y evaluativa. La propuesta de este proyecto de investigación busca que también se lleven a cabo estos procesos de manera offline y online a través de teléfonos inteligentes con tecnología 3G o superior; apoyados en un aplicación móvil como herramienta de trabajo para que los profesores de las escuelas ingresen a la App en lugares sin acceso a internet y logren establecer seguimiento de los estudiantes de manera remota y una vez encuentre conectividad se sincronice la información con la base de datos del servidor web del Ministerio de Cultura.

PALABRAS CLAVE

Web api, escuelas de música, Angularjs, Json Web Token, Ionic, sincronización.

ABSTRACT

This document presents the relevance of the use of information technologies to manage administrative processes in municipal music schools in Colombia that currently amount to more than 1000 schools in the 32 departments of the country, seeking to strengthen the organizational structure of schools that have an informal education character, the Colombian Ministry of Culture seeks to consolidate information from students, organizations and organizations through the web platform implemented by the same entity programmatic and evaluative. The proposal of this project seeks to also carry out these processes offline and online via smartphones with 3G technology or higher; Supported by a mobile application as a work tool so that the teachers of the schools sing in the app in places without access to the internet and manage to establish a follow-up of students in a remote way and once the connectivity is found, synchronize the information with the database of the Web server of the Ministry of Culture.

KEYWORDS

Web api, music school, Angularjs, Json Web Toke, Ionic, synchronization.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo es resultado de un proyecto de investigación presentado a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en el cual se implementó un mecanismo de registro online y offline de seguimiento a los estudiantes a través de aplicación móvil que a su vez sincroniza la información en doble vía con el servidor web, dirigido como herramienta para los profesores de las escuelas municipales de música.

El artículo inicia abordando la solución telemática en la perspectiva de evidenciar el proceso de las transacciones de datos, continua específicamente con el procedimiento de conexión con el servidor web teniendo en cuenta la sincronización de los datos y los servicios web en RESTFULL a través del framework de Active Server Pages ASP.NET Web Api 2.0.

Posteriormente trabaja un tema sensible respecto a la seguridad de la información al momento de realizar solicitudes, respuestas y registro en la comunicación del celular con el servidor web y el sistema de token; para evitar manejar una sesión por cada dispositivo se usó la autentificación mediante Json Web Token o JWT.

OBJETIVOS

Optimizar el registro de información en línea y fuera de línea, para los procesos administrativos de las escuelas municipales de música en el departamento de Cundinamarca, por medio de una aplicación móvil.
Diseñar una solución telemática que permita el registro y seguimiento offline, de la información de los estudiantes que se encuentren en zonas rurales del departamento de Cundinamarca Colombia.
Establecer un procedimiento de conexión con la plataforma web que permita el ingreso y actualización de la información de los estudiantes sin hacer necesario un segundo registro.
Definir un método seguro de sincronización de la información desde la aplicación móvil, al momento en que se realice una conexión con la plataforma web.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para la realización del proyecto se utilizó la metodología TOP-DOWN en lo que refiere a la gestión del proyecto y para el desarrollo de la aplicación móvil se aplica la metodología MADAMDM, que está enfocada al desarrollo ágil de aplicaciones móviles. A continuación, se presentan las etapas que se cumplieron y cuáles fueron los procesos realizados en cada una de ellas:

TOP-DOWN – Etapa de Planificación

El enfoque Top-Down enfatiza la planificación y conocimiento completo del sistema, antes de la codificación. Es así que la primera etapa del proyecto se enfocó a detallar específicamente la arquitectura y funcionalidades del sistema, con el fin de obtener un diseño completo tanto de la parte web como de la app misma. Partiendo de esta etapa se da inicio a la etapa de desarrollo con el enfoque MADAMDM.

MADAMDM

Esta metodología ágil está enfocada en el desarrollo ágil de aplicaciones móviles. La misma aplica cuatro (4) distintas metodologías las cuales son: XP (Programación Extrema), MOOMH (Metodologías Orientada a Objetos para la producción de software Multimedia e Hipermedia), UWE (Based Web Engineering) y OOHDM (Método de Diseño Hipermedia Objeto Orientado), tomando características relevantes que ayudan a concretar los objetivos y a facilitar el trabajo de desarrollo y diseño de la aplicación en dispositivos móviles, en varios sistemas operativos.
La metodología ágil para el diseño de aplicaciones móviles llamada MADAMDM (metodología ágil para el diseño de aplicaciones multimedia de dispositivos móviles) se encuentra dividida en 5 fases la cuales son:

1. Requisitos
2. Planificación (Análisis)
3. Diseño
4. Codificación
5. Pruebas

Figura 1. Esquema General de la Metodología [2]

Solución telemática propuesta

Los pasos que sigue el protocolo de transferencia son los siguientes: Primero, el móvil y el servidor Web, establecen una conexión. Una vez realizada con éxito, el usuario al seleccionar una opción, la aplicación envía una petición al servidor, donde este la recibirá. Como se trata de una transferencia mediante el protocolo TCP/IP, hay que aprovechar que trabaja con envío de datos en paquetes. Por lo que el servidor tiene que ser capaz de leer byte a byte los archivos de la tarjeta SD y almacenarlos en buffers para su envío. Lo mismo ocurre con la aplicación móvil, debe ser capaz de recibir esos paquetes e ir leyéndolos byte a byte y guardándolos en un buffer, que más tarde, será el archivo deseado.

Una vez finalizada la transferencia, el link que une al cliente y al servidor, se rompe para dejar paso a una futura conexión.

La arquitectura propuesta se muestra en el siguiente diagrama de componentes. En primer lugar, se tiene el servidor web en el cuál se instalaron los servicios web y almacena las actualizaciones con base en datos del

sistema Web de matrículas de escuelas de música. Estos son devueltos por medio http, a través del protocolo XML y en formato JSON, como formato común de intercambio de datos.

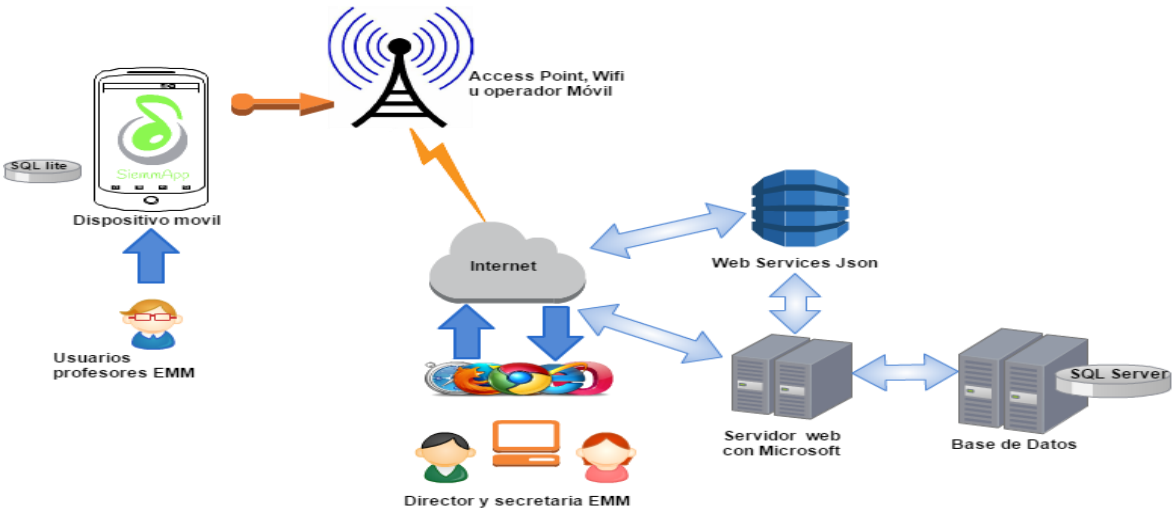


Figura 2. Solución telemática propuesta. Fuente: Los Autores

Capacidad de trabajar offline

Para permitir a los usuarios el trabajo offline, la información al ser accedida se realiza un almacenamiento en una base de datos local SqlLite. Si el recurso de almacenamiento del dispositivo móvil así lo permite, todos los cambios son copiados del Server al sistema móvil y viceversa. Sin embargo, la mayoría de las plataformas tienen un espacio de almacenamiento limitado por lo que la arquitectura provee la habilidad de un pre almacenado selectivo. Además, para lograr que la información esté disponible, la arquitectura es capaz de reintegrar las modificaciones realizadas en la copia local, a la copia del servidor web.

La aplicación libera al usuario de la preocupación de los problemas de conectividad. Es indispensable sacar ventaja de la existencia de la conectividad lo más rápido posible y ser capaz de continuar sin ningún problema una vez que la misma se haya perdido. Por tal motivo la arquitectura implementa un sistema de mensajes confiable entre los componentes del sistema. Cuando múltiples caminos al Server estén disponibles, es capaz de elegir la mejor conexión basada en confiabilidad, velocidad y calidad de servicio. Finalmente, ante una conexión entre cliente y servidor fluctuante, la arquitectura es capaz de manejar una sesión basada en la seguridad.

Diseño de la solución

Las funcionalidades que se desarrollaron tienen algo en común, es el acceso a la base de datos del sistema web, la cual contiene los datos que van a ser presentados al cliente en este caso el profesor o profesores. La

base de datos del sistema web se encuentra implementada con SQL Server Express y el sistema está alojado en un servidor con el sistema operativo Microsoft Windows Server, junto con Internet Information Server (IIS), por lo que, para la comunicación entre la aplicación híbrida y los datos alojados en la base de datos, se procederá con el desarrollo de un servicio web soportado en el framework de ASP.Net web api, HTML5 y visual studio 2013; la aplicación Android se desarrolló en ionic y angularjs.

Durante el diseño del proyecto se elaboraron breves bosquejos que sirvieron de referencia para la implementación. Una de las propuestas de la metodología MADAMDM de desarrollo escogida para el proyecto es utilizar diseños tan simples como sea posible.

Framework de Desarrollo de la App Móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil se eligió el desarrollo de una app híbrida, que son básicamente páginas web que se ejecutan o renderizan dentro de un navegador web de una aplicación nativa. Es decir, se crea la aplicación usando código web (como HTML, CSS, Javascript, etc.) y el framework Ionic en este caso. Una vez finalizado el desarrollo, este código se copió dentro de una aplicación nativa, que consiste en una única pantalla de tipo visor web en la que se cargará el código de la página web. Esta técnica permite generar a partir de código web una aplicación compilada como si fuera nativa, que se instala en cualquier dispositivo y que se puede publicar en las tiendas de aplicaciones.

Ionic está integrado con Cordova (o PhoneGap), que también permite el acceso a las características nativas de los dispositivos. Es decir, desde el código web se puede hacer uso de los sensores del dispositivo como GPS, cámara, acelerómetros, brújula, entre otras cosas, o incluso a las opciones de almacenamiento o la agenda de contactos. Ionic framework, integra adicionalmente la tecnología AngularJs que es comúnmente utilizada para la creación de aplicaciones web, siguiendo el patrón Modelo Vista Controlador, adicionalmente extiende los documentos HTML añadiendo nuevas etiquetas y atributos que cumplirán con funciones específicas ya definidas o programadas para el funcionamiento de la aplicación tipo web. Para este caso Ionic permite integrar estas opciones para la creación de la aplicación móvil.

PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN CON SERVIDOR WEB

Detección de red

Ahora bien, para el proceso de Sincronización lo primero que la aplicación móvil debe identificar es la disponibilidad de conexión a red wifi, datos móviles o access point. Para estas comprobaciones se habilitó el plugin de cordova de la siguiente manera:

Paso 1 - Instalación de Información de la Red Plugin

Paso 2 - Creación y ajuste de icono actualizar en la SiemmApp

Paso 3 - añadir detectores de eventos

Se añadieron tres detectores de eventos dentro de la función onDeviceReady en index.js. Uno se escucha por los clics en el icono que se creó antes y los otros dos a escuchar los cambios en el estado de conexión.

Paso 4 - Creación de funciones

NetworkInfo función proporciona información sobre acceso a conectividad del celular. Las otras funciones son onOffline y onOnline. Estas funciones están escuchando a los cambios de conexión y cualquier cambio activará el mensaje de alerta correspondiente.

Cuando se inicializa la aplicación conectada a la red, la función onOnline desencadena alerta.

Creando el Servicio Web

El servicio web se desarrolló utilizando Web API 2. Es un framework que facilita la creación de servicios HTTP disponibles para una amplia variedad de clientes, entre los que se incluyen navegadores y dispositivos móviles.

Web API permite obtener información de negocio mediante el uso de REST sin crear peticiones XML complicadas tal como en los servicios SOAP. Web API recibe las peticiones directamente en los URLs, eliminando de este modo la necesidad de peticiones complicadas.

Web API utiliza la URL de las peticiones y obtiene resultados en formato JSON. JSON es un acrónimo de JavaScript Object Notation y es un formato ligero para intercambio de datos. Para los usuarios resulta de fácil lectura y escritura mientras que para las máquinas les resulta fácil analizarlo y generarlo. JSON está basado en un subconjunto del lenguaje de programación JavaScript. También es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones familiares de la familia C, incluyendo C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python y muchos otros. Estas propiedades hacen que JSON sea ideal para el intercambio de datos.

En una arquitectura de estilo RPC, el foco se establece en los métodos, mientras que, en la arquitectura de estilo REST que es la que se utilizó, el foco está dado en los recursos, información que se recupera como representación y se manipula usando métodos estándar. Las representaciones de los recursos se interconectan mediante hipervínculos que se ubican dentro de la representación.

Métodos

Al elaborar los web apis se logró identificar que se requería diferentes capas para lograr mayor seguridad, de tal forma se implementaron los Objetos de Transferencia de Datos (DTO con sus siglas en inglés) con el propósito de minimizar el peso de la comunicación entre procesos y por lo tanto, la transferencia de datos entre estos en cada una de sus llamadas cliente – servidor minimizando así, tiempo de respuesta y transportando únicamente los datos necesarios para la operación destino.

La diferencia entre los objetos DTO y los objetos de negocio es que los primeros únicamente tienen el comportamiento de transformar los datos desde el origen y entregar los datos a su destino. Estos objetos son simples y sin lógica de negocio, es decir, son objetos que no están contenidos en el dominio si no que se nutren de su resultado.

Los DTO no son más que clases sencillas con propiedades get y set. Estas clases se elaboraron para la capa de aplicación donde se obtienen los datos desde el repositorio a través de una llamada a la Base de Datos.

Por esta razón cada una de los Web Api cuenta con sus correspondientes DTO

Ejemplo:

EstudianteService	Controlador
EstudianteDTO	DTO

Adicionalmente a esto se elaboró la capa de Lógica de Negocio la cual recibe las peticiones del usuario y en donde encapsulan las reglas que deben cumplirse, esta capa se comunica con la capa de presentación de los

web api para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos para almacenar o recuperar datos de ella.
El flujo muestra las tecnologías que se usaron en cada componente:

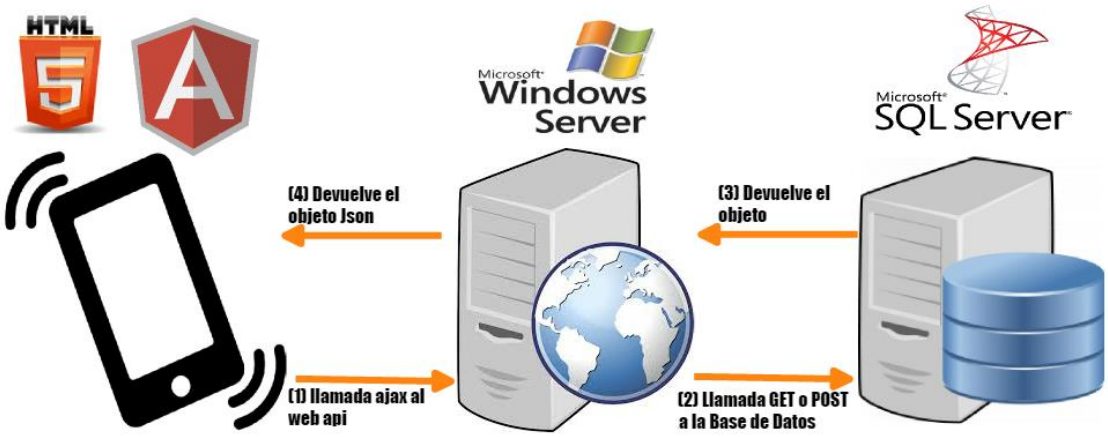


Figura 3. Diagrama de tecnologías utilizadas. Fuente: Los Autores

Desde el frontend, con el framework de ionic y lenguaje Angularjs, el profesor de la escuela de música hace las peticiones que son llamadas AJAX con protocolo HTTP a la WebAPI en el servidor web Microsoft. Éste consulta a la base de datos (SQL Server Express) dependiendo de la llamada realizada. La base de datos devuelve el objeto como respuesta al servidor web y este lo sirve como JSON a Angular que lo muestra en el frontend sin necesidad de recargar la página, creando así una Single Page Application en HTML5.
¿Cómo funciona la autenticación? Como las solicitudes son HTTP utiliza autenticación en JWT Json Web Token, la solicitud de autenticación se pasa como parte de la carga útil de HTTP, por lo que cada Acceso del Cliente al Servidor - CAS se autenticará el requerimiento de manera natural.

MÉTODO SEGURO DE SINCRONIZACIÓN

Autenticación usando Json Web Token

Para el desarrollo de la solución se realizó la creación de un método que permite ser consumido por cualquier plataforma, facilitando la conexión de la aplicación propuesta con los web api. De acuerdo a esto se realizó la implementación de una Rest API, aplicando la autenticación con la tecnología token Json Web Token o JWT.
La lógica de funcionamiento de JWT es la siguiente:

- La app se comunica con los Web API realizando una conexión segura, donde se solicita usuario y contraseña
- Se realiza verificación del usuario conectado, comprobando que tenga acceso al sistema.
- Se genera un Token que contiene información cifrada del usuario conectado.
- Cuando la app requiera comunicarse con la Web API deberá enviarle siempre el Token correspondiente para que el web API al resolverlo pueda validar que es correcta.

El token que se genera es una cadena divida en 3 partes encriptadas en Base 64. Estas partes están compuestas por:

1. **Header:** En esta parte del token, se referencia el tipo de token que se usa y la referencia del algoritmo que se usa para codificar.

```
{
"typ": "JWT",
"alg": "HS256"
}
```

2. **Payload:** En esta parte del token, se definen las características o cualidades del token. Es decir, datos como: Id, Nombre, Correo del usuario logueado (para este caso no se guardan datos vitales como contraseñas). Payload se compone de los siguientes datos:

- **data:** se usa para guardar la información del usuario.
- **iat:** la fecha en la que se generó el token.
- **exp:** la fecha de expiración del token..
- **aud:** este valor se usa como una validación, para asegurarse que el web api solo puede ser accedida por la persona a la que se le entregó el Token.

3. **Signature:** Esta última parte se compone de una mezcla de los 2 atributos anteriores encriptado. Para el caso que no sea igual al momento de loguearse, el web api arrojaría un error dando por inválida la autenticación.
   De esta manera se logra la autenticación vía Token que puede reutilizarse en cualquier plataforma que desee consultar la web Api.

Sincronización y consumo de Web Services desde la Aplicación Móvil

Con el fin que la aplicación móvil tenga acceso a los datos almacenados en el servidor y brinde la seguridad necesaria, para lograr una comunicación y transferencia exitosa de la información, se optó por implementar una arquitectura donde la información se almacene temporalmente en el cliente, en una base de datos local y se realice una sincronización de los cambios realizados sobre un servidor web principal, en el momento en el que se detecte una señal de conexión a la red de internet (wifi o red móvil). De esta forma se garantiza la disponibilidad e integridad de la información, pues en el caso de fallo del dispositivo, la información no se perderá.

Para lograr una comunicación continua entre la aplicación cliente (app móvil) y el servidor principal, se resolvió a través de una conexión basada en servicios web, aplicando los Web Api mencionados anteriormente, junto con la tecnología JSON aplicado como formato de intercambio de datos.

Los servicios web publican una serie de rutas a las que la app, lanzan peticiones y responden en formato JSON con los recursos solicitados. Esto permite que la aplicación móvil sea más ligera en la carga y procesamiento de las vistas, así como la comunicación con el servidor.

Obtención de datos a través una petición HTTP

El origen de los datos para el presente proyecto está en un servidor externo que funciona como proveedor de los servicios web. La conversión de los datos a formato JSON, se realiza en lenguaje PHP desde el lado del cliente móvil y se recibe en Web API del lado del servidor.

La aplicación Android a través del cliente realiza una petición GET a la dirección URL del recurso con el fin obtener los datos. El web api interpreta con ayuda de un parser (traductor) personalizado que implementa la clase JsonReader, devuelve el objeto solicitado en formato JSON.

El resultado final es un conjunto de datos adaptable al API de Android. Estos se convierten en una lista de objetos estructurados que alimentan un adaptador, que se encarga de atribuir un ListView o simplemente actualizar la base de datos local de la aplicación en SQLite.

RESULTADOS

Los web api se instalaron satisfactoriamente en el servidor web del Ministerio de Cultura, el proyecto está en evaluación por parte del equipo técnico de la entidad y se espera que se empiece a usar prontamente por los profesores de las escuelas de música.

Las pruebas se realizaron desde la apk en celulares con sistema operativo en Android, consumiendo los servicios web y autenticación a través de jwt. La aplicación es híbrida por lo que se requiere el trámite en las tiendas de playstore y ios para que finalmente los usuarios puedan descargarla y usarla.

Actualmente la aplicación móvil cuenta con los siguientes servicios

- Mi perfil: sección que contiene la información básica del usuario que se loguea, esta información será consumida a través de web services que permite solo modificar datos de contacto tales como: teléfonos y dirección de ubicación, que posteriormente cuando se sincronice la aplicación se enviarán a la base de datos del sistema central.
- Mis cursos: muestra los cursos que están relacionados con el usuario solo de consulta a través de web services, principalmente se observan listados. Al ingresar a un curso se visualiza su intensidad horaria los días de clase y lista los estudiantes inscritos en el mismo. Durante esta navegación también se registra

la asistencia, información que se guarda localmente, una vez la aplicación encuentre conexión en red se envían a la base de datos central actualizando la información relacionada en el curso.

- Directorio: opción en la que se lista mediante web services el directorio de la escuela de música, estudiantes, acudientes, profesores, administrativos. Esta información es solo de consulta no tendrá opción de modificación.
- Horario: Se muestra el horario en forma de calendario para que el profesor encuentre rápidamente las aulas, las actividades a realizar y los estudiantes.
- Sincronizar: botón que el usuario puede utilizar de manera manual para que tanto la información local almacenada en el celular como la que se encuentre en el servidor central se sincronicen y guarden la versión más reciente.

TRABAJOS FUTUROS

Es importante que este proceso organizativo incluya otros actores que igualmente intervienen en el desarrollo formativo de los estudiantes de las escuelas municipales de música, es así que se propone que se desarrollen las siguientes aplicaciones:

- Aplicación móvil para estudiantes en la que permita identificar la asistencia de cada uno con solo iniciar cursos.
- Aplicación móvil para padres y/o acudientes, en la que se muestre los diferentes cursos a los que va su hijo y progreso de los estudiantes a cargo.

CONCLUSIONES

La optimización del registro de información Online y Offline de los procesos de seguimiento de las escuelas municipales de música se cumplió, a través de la implementación de una aplicación móvil que sincroniza los datos con el servidor web y los almacena directamente en la base de datos Sql Server.

Para la elaboración de esta herramienta, se realizó un estudio previo de los principales lenguajes de programación para aplicaciones híbridas como son HTML5, CSS, JavaScript, tecnología AngularJS, PhoneGap (Cordova), las cuales se utilizaron para el desarrollo de la aplicación móvil y se optó por el framework IONIC, con lo cual se obtuvo una solución completa, enfocada directamente a los docentes de las Escuelas de Música.

Mediante el desarrollo de la aplicación híbrida se constató el carácter multiplataforma y la posibilidad de interactuar con los recursos propios del dispositivo móvil como la cámara o el calendario

Es recomendable que los sistemas actuales expongan sus servicios para lograr interoperabilidad, intercomunicación e intercambio de datos o servicios de forma segura y escalable.

El web api puede responder a otros tipos de operaciones o puede versionarse tanto como se desee. También la programación del lado del cliente puede crecer todo lo necesario con el tiempo, incluso se puede crear otros frontales, no solo web, también de Apps para cualquier dispositivo.

REFERENCIAS

[19] MINISTERIO DE CULTURA. 2010. Guía del Plan Nacional de Música para la Convivencia para Alcaldes y Gobernadores. Bogotá : Imprenta Nacional, 2010, págs. 18, 55.

[20] FUZI, CRISTOPHER. (2013). Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles Investigación Documental

[21] Chávez, Daniel Adolfo García. 2005. Integración de una aplicación móvil a una intranet caso: Toma de asistencia estudiantil. Lima Perú : s.n., 2005.

[22] Dujovne Weinberger Nicolás. 2007. Desarrollo de una aplicación móvil para la administración de avances sobre planos arquitectónicos, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil en Computación, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de las Ciencias de la Computación. Santiago de Chile : s.n., 2007.

[23] Kurtz, Jamie. 2013. ASP.NET MVC 4 and the web api. s.l. : Apress, 2013.

[24] Lakshmiraghavan, Badrinarayanan. 2016. Pro ASP.NET web API Security. New York : Apress, 2016.

[25] Sarria, Instituto Químico. 2015. iqs. [Internet] 20 de Marzo de 2015. http://www.iqs.edu/es/detail/los-estudiantes-iqs-ya-pueden-consultar-el-expediente- academico-en-moviles-android:279-36.

[26] ENVANTOTUTS, Autenticación basada en token con AngularJS y NodeJS [Internet]. 2014. Citado 16 de noviembre de 2016. Recuperado de: https://code.tutsplus.com/es/tutorials/token-based-authentication-with-angularjs-nodejs--cms-22543

[27] IONIC FRAMEWORK 2015. [Internet] citado 16 de junio de 2015. http://ionicframework.com

[28] Aplicaciones Móviles con AngularJS y Ionic Framework 2014. [Internet]. Citado 27 de marzo de 2014. https://es.slideshare.net/m4rky77/aplicaciones-mobile-con-angular-js-y-ionic-framework.

GitHub, Phonegap. [Internet]. 2015. Citado 16 de Agosto de 2016. Recuperado de: https://github.com/CGastrell/phonegap/wiki/Phonegap

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

Diseño de un Sistema de Información Biométrico Dactilar (SIBID) Para el Control de Acceso a Espacios Físicos de la Universidad de la Amazonia

ABDÚL REYES
Universidad de la Amazonia
abd.reyes@udla.edu.co

FREDY VERÁSTEGUI
Universidad de la Amazonia
f.verastegui@udla.edu.co

JESÚS COLLAZOS
Universidad de la Amazonia
je.collazos@udla.edu.co

RESUMEN

El Sistema información biométrico dactilar (SIBID), está basado en la utilización de un sensor óptico de procesamiento de imágenes dactilares, el cual, al momento de realizar la captura de la imagen, ejecuta el procesamiento y almacenamiento de información de manera local, teniendo como limitantes los 165 registros dactilares que pueden ser almacenados en la memoria flash y el procesamiento de los datos de manera local, de esta forma restringiendo su implementación en el proceso de información en tiempo real, que permita modularse a las necesidades del desarrollo de la investigación. En este trabajo, se agregan funciones adicionales permitiendo hacer uso de las imágenes dactilares capturadas, descentralizando su almacenamiento y procesamiento, facilitando la comunicación por medio de una aplicación cliente, que estará en constante ejecución en una Raspberry pi 3. Posteriormente, se comunicará en tiempo real con el servicio web y los servidores, donde podrá guardar, modificar, consultar y validar la información de los usuarios que estén autorizados a hacer uso de los diferentes espacios físicos de la universidad.

ABSTRACT

Biometric Fingerprint Information System, it's based on the use of images fingerprints processing optical sensor, which, at the time of capturing the image, carries out the processing and the storage of information in local drive, having about 165 limiting fingerprints registers that could be stored in the flash memory and the processing in the local drive; this way, restricting its implementation in the information process in real time,

which allows to be modulated as per the needs of research development . In this paper, additional functions are added allowing the use of captured images fingerprints, decentralizing its storage and processing, facilitating the communication through a client application, that will be in the constant execution in Raspberry pi 3. Later on, it will be communicated in real time with the service web and the servers, where the information of the users, who are authorized to make use of the different physical spaces of the university, could be saved, modified, consulted and validated.

PALABRAS CLAVES

Sensor óptico, biométrico, imagen dactilar, Raspberry pi 3, servicio web, servidores.

KEY WORDS

Optical sensor, biometric, fingerprint, Raspberry pi 3, web service, servers.

1 INTRODUCIÒN

Hoy día con el avance de las nuevas tecnologías, se busca una implementación modular, que supla necesidades de las diferentes organizaciones que buscan mejorar procesos tanto en seguridad, control y registro, que garantice un funcionamiento acorde a sus requerimientos.

El objetivo planteado del SIBID es implementar tecnologías abiertas de bajo costo que influyan en la modernización de control de acceso a los diferentes espacios de la universidad, en la que se realizaran las pruebas y la adaptación, de esta forma, se apoya la seguridad y el control de ingreso del personal autorizado.

Los sistemas de información con sus limitaciones tanto artificiales, naturales, de entorno, entradas y salidas, se denominan en palabras de (Laudon y Laudon, 2001) como "un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir la información para apoyar la toma de decisiones y el control en una institución". De esta forma, se identifican los componentes de hardware, software, que interactúan entre sí, definiendo el modo de funcionamiento del SIBID, brindando la información necesaria para la toma de decisiones, basándose en datos obtenidos para el procesamiento de imágenes, definición en políticas de optimización y administración. De ahí la importancia de la biometría dactilar, que juega un rol significativo en el propósito de identificación de usuarios a los que se les habilite el acceso a las dependencias de la universidad de la Amazonia, tales como: salas de computo, laboratorios, áreas administrativas y demás espacios en los que sea requerido implementar este tipo de solución, limitando la intromisión de personas no autorizadas, que puedan provocar algún tipo de daño o perturbación en el normal funcionamiento y ejecución de las actividades.

Por lo mencionado anteriormente, se identifican las condiciones que favorecen su implementación como lo son: unicidad: (identificador único para cada usuario), perdurabilidad: (no presenta variaciones en los usuarios al transcurrir el tiempo), universalidad: (todos los usuarios la poseen), cuantificación: (se puede expresar numéricamente). Al tener como parámetro que cumple con las condiciones anteriores, se procede a definir las categorías de procesamiento biométrico dactilar que se aplican en el proyecto, como lo son: Identificación y Autentificación [1,5].

La categoría de identificación, Automated Fingerprint Identification system (AFIS), consiste en conocer solo la imagen de la huella dactilar y compararla con las existentes en la base de datos para hallar la identidad de la persona a la que pertenece esa huella dactilar (1: N). mientras que la autenticación 1:1), consiste en

obtener la imagen de la huella dactilar de una persona, de la cual se conoce su identidad, para compararla con la que se almacena en la base de datos y verificar si la huella dactilar pertenece a esa persona [2].

Al definir los factores de ejecución y funcionamiento con la descripción suministrada, es necesario que el SIBID, supla las necesidades de fiabilidad, respuesta, durabilidad, adaptabilidad, innovación, practicidad y otros factores intervinientes que permiten en tiempo real, establecer la plena identidad de los usuarios que pertenecen o ingresan a la Universidad, para el uso de las instalaciones, sin tener que recurrir a soluciones obsoletas para la validación de información, permitiendo su implementación y distribución. Su valor agregado radica en el control de etapas de desarrollo e implementación, que facilitan futuros cambios dependiendo la necesidad que sobrevenga.

2 METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL SIBID

En el presente artículo se discute el dominio relacionado con el desarrollo, la visión general del SIBID propuesto, consideraciones de diseño, hardware (facilidad de adquisición), software (portabilidad, practicidad, leguaje de programación y fácil acceso a la información), funciones, mejoras, integración, políticas de administración y optimización [6].

2.1 Desarrollo Evolutivo

La contextualización e idea general de este modelo es el desarrollo de un sistema inicial, el cual se expone de manera premeditada a los comentarios de los usuarios, clientes o representantes, permitiendo que ellos experimenten con el sistema inicial, quienes podrán retroalimentar permitiendo refinarlo en N versiones hasta lograr el desarrollo adecuado, convirtiendo en ventaja a este modelo sobre otros, al obtener una rápida realimentación del usuario, ya que las actividades de especificación, desarrollo y pruebas se ejecutan en cada iteración [7].

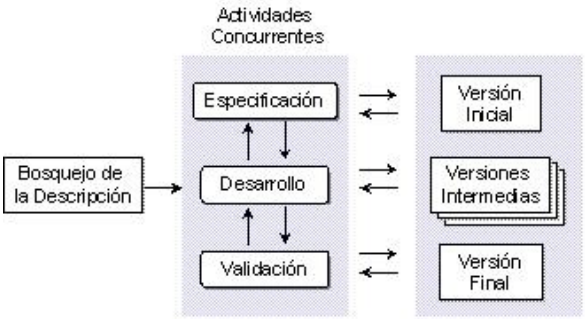


Figura 1, Modelo de desarrollo evolutivo, Departamento de Sistemas Informáticos y computación, Universidad Politécnica de Valencia.

Al implementar el modelo visible en la Figura 1, se define el proceso de diseño.

2.1.1 Bosquejo de la descripción

Se diseñan bosquejos en los que se visualizan los elementos que compondrán y serán parte fundamental del funcionamiento del SIBID como: conexión a BD, consumir un servicio web, utilizar algún tipo de dispositivo, conexión a red y otros. Estos bosquejos y su descripción proveerán un contexto que no se aleje de

la realidad del diseño final, brindando un mayor entendimiento por parte del cliente y los desarrolladores, ver Figuras 2 y 3.

Figura 2. Bosquejo dispositivo cliente, imagen propia

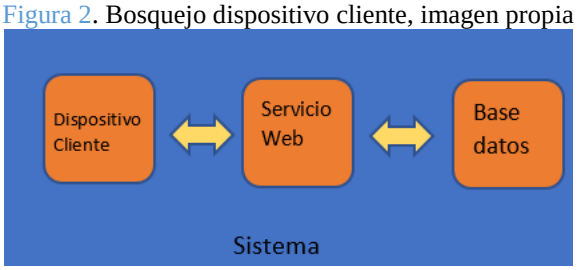


Figura 3. Bosquejo SIBID, imagen propia.

2.1.2 Especificación

Se especifica el análisis de requerimientos y ajustes por parte del cliente (Universidad) relacionados con el desarrollo del proyecto, se documenta de manera clara y precisa (funcionalidad, rendimiento, restricciones de diseño y atributos de calidad) de un software y sus interfaces externas [8].

2.1.3 Desarrollo

En el desarrollo del SIBID se identifican cambios en el diseño, que son implementados y probados, asegurando el mejoramiento y cumplimiento de su desarrollo respecto a los requerimientos. Por tal motivo se generaron versiones intermedias permitiendo que el cliente, pueda visualizar e interactuar con ellas, de esta forma, garantizar el desarrollo y cumplimento de las expectativas anexando requerimientos o mejoras según sea el caso.

2.1.4 Validación

En esta fase del diseño y desarrollo del SIBID, se encuentra en la validación parcial ya que se generaron más solicitudes por parte del cliente, en este caso, la Universidad de la Amazonia, en la que se procederá a futuro, anexar funciones que mejoren el control de acceso a los espacios físicos de la misma, permitiendo

control en tiempo real, en ese orden de ideas, procedemos a retroalimentar todo el proceso y ajustar mejoras significativas para el futuro del proyecto, permitiendo su modulación evolutiva dando un valor agregado como solución adaptativa a futuras necesidades.

2.2 Hardware

El hardware utilizado se divide en dos dispositivos principales para el desarrollo del SIBID. El FPM10A: sensor biométrico dactilar quien es el encargado de registrar y comparar los datos biométricos de los usuarios, el cual estará conectado por jumpers y un serial USB a una Raspberry pi3: en la que se ejecutará la aplicación cliente, encargada de simular el funcionamiento y control del sensor biométrico dactilar, existiendo la posibilidad de utilizarse como interfaz de comunicación en los dos dispositivos ya mencionados.

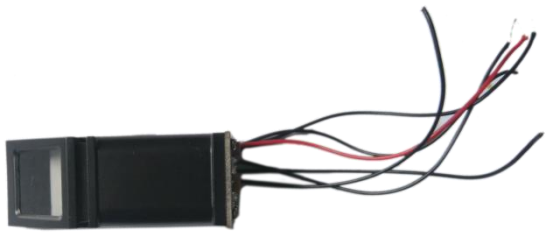


Figura 4. Sensor óptico biométrico dactilar FPM10A, imagen propia.

El sensor óptico biométrico dactilar que observamos en la Figura 4, estructura su funcionamiento en la absorción de luz al momento de realizar la captura de la huella cuando el dedo toca la superficie del lector, generando un buffer de imagen de las crestas, en la que se produce una reflexión total [4]. La luz resultante y las zonas de oscuridad permiten el registro, de una huella dactilar, que será procesada por dos buffers de caracteres que almacena los modelos de la plantilla en la memoria flash, que tendrá una capacidad de almacenaje en este modelo, de 162 plantillas dactilares con un tamaño cada una de 256 x 256 pixeles.

Figura 5. Raspberry pi3, imagen propia.

La Raspberry pi3, que aparece en la Figura 5, es denomina como una computadora de pequeño tamaño con buenas prestaciones gracias a su buen número de puertos GPIO (General Input/Output) que permite hacer uso de ellos para diferentes dispositivos modulares [3]. Como una pantalla TFT capacitiva en la que se

visualizará la aplicación cliente, permitiendo la interacción de los usuarios con el sensor biométrico. Su sistema operativo está basado en una distribución Linux conocida como Debian, que, a su vez, se modifica para un funcionamiento optimizado con la arquitectura de la Raspberry pi3 que adopta el nombre de Raspbian el cual tiene instalado por defecto el intérprete de Python para ejecución de la aplicación cliente que permite la comunicación con el sensor biométrico.

2.3 Arquitectura de Software

La arquitectura consiste en: Aplicación cliente, Servicio Web, Base de datos y modificaciones internas al proceso de lectura del sensor biométrico óptico.

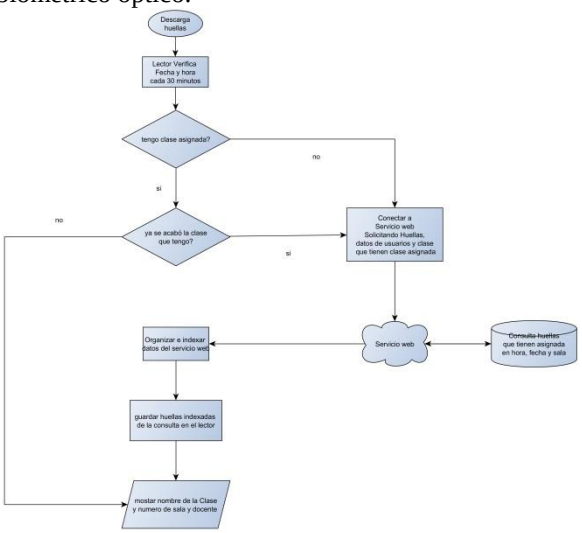


Figura 6. Diagrama de flujo de interacción del SIBID, imagen propia.

En la Figura 6. Se observa el diagrama de flujo en el que se basa el desarrollo del SIBID, en su ejecución y procesos adaptándolos a las necesidades del proyecto.

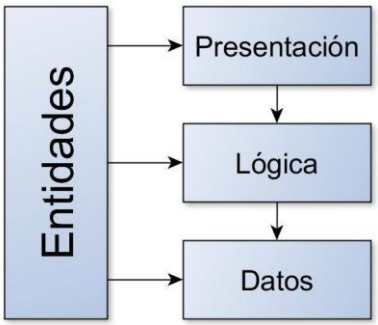


Figura 7. Arquitectura SIBID en el dispositivo Cliente, imagen propia.

En la Figura 7, se muestra la arquitectura del SIBID en el dispositivo cliente, basada en el modelo de N capas compuesto de la siguiente forma.

- En la capa Presentación, se encuentran los componentes encargados de realizar el llamo a la librería Tkinter, para mostrar la interfaz gráfica.
- En la capa lógica se crearon los módulos pyHuella y pyProcesos, quienes son los encargados de la comunicación y uso con el lector óptico biométrico, automatización de procesos realizados por el lector (registrar o guardar huella), verificación de horario para realizar la descarga de datos biométricos, almacenar datos biométricos en la memoria flash del lector, y pasarlos como un objeto Python con un índice para garantizar su plena identificación.
- La capa de datos se comunica con la BD gracias al servicio Web que hace el papel de puente permitiendo la comunicación, y así recibir las plantillas o modelos de datos biométricos.

2.3.1 Lenguaje de programación

Para el desarrollo de la aplicación cliente, se eligió el lenguaje de programación Python por sus ventajas en la versatilidad, permitiendo programación de bajo, medio o alto nivel, necesarios para el desarrollo del SIBID, en este trabajo, se utiliza para el desarrollo de la interfaz gráfica la librería que Python tiene por defecto llamada Tkinter, que proporciona herramientas necesarias para la interacción entre el usuario y el dispositivo, permitiendo realizar la comunicación entre el lector de huella y el dispositivo Rasberry pi3, modulando su uso con la librería PySerial, sobre la que se encuentra gran documentación, que facilita comunicación con el sensor óptico biométrico conectado mediante el adaptador USB a serial.

2.3.2 Gestor BD(Base de Datos)

La estructuración de la Base de datos se realizó en Mysql y consta de tablas que almacenan registros de los usuarios y una mini estructura de las dependencias de la universidad de la amazonia, que permita visualizar información que no esté alejada de la realidad, en este caso, se manejan las siguientes tablas: maestros, estudiantes, administrativos, espacios físicos, horarios y más información que facilite emular la información necesaria para el funcionamiento del SIBID. Este sistema gestor de BD se selecciona por ser rápido, fácil de implementar, cuenta con gran cantidad de complementos, documentación y una gran comunidad de soporte.

2.3.3 Metodología de implementación

La metodología implementada en el SIBID propuesto, utiliza la identificación de huellas dactilares, la autenticación del usuario y registros existentes en la base de datos recolectados (registro de usuarios), que se comunicara con la aplicación cliente de la Raspberry pi3, por medio de un servicio web. La aplicación cliente,

será la encargada de administrar las funciones del sensor óptico dactilar gracias a las funciones adicionales agregadas a lo largo de la investigación, que se adecuen a las necesidades requeridas.

El objetivo es proporcionar permisos de acceso a lugares en los que se implemente el SIBID, por medio de biometría dactilar.

2.4 Funciones Antes de las Modificaciones

Se hace una explicación de los procesos standard que usa el sensor biométrico.

Figura 8. Procesos estándar realizado por el lector óptico, imagen propia.

Procesos de Registro huella dactilar en la Figura 8
1.Generar imagen (en buffer de imagen)
2. Generar mapa de caracteres de la imagen (en buffer 1)
3. Generar imagen (en buffer de imagen)
4. Generar mapa de caracteres de imagen (en buffer 2)
5. Generar modelo o plantilla de la huella (en buffer 1 y 2)
6. Almacenar en memoria flash del lector.

Figura 9. Procesos estándar de autenticación, imagen propia.

Procesos de Autenticación de huella dactilar en la Figura 9
1. Generar imagen (en buffer de imagen)
2. Generar mapa de caracteres de imagen (en buffer 1)
3. Buscar huella en memoria flash

3 RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL SIBID

3.1 Modificación y Agregación de Procesos Lector Óptico Biométrico

Al tomar como referencia los procesos estándar del lector óptico biométrico en la Figura 8 y la Figura 9, se evidencia la limitante de trabajo que no se ajusta y modula a las necesidades al centralizar el proceso de manera local, lo que nos lleva a realizar modificaciones, agregar funciones que se ajusten a las necesidades para el desarrollo adecuado del SIBID, que permita un manejo y consulta de registros de usuarios, controlando de esta forma accesos y ocupación de espacios de la universidad, con información de tiempo real.

Figura 10. Proceso de registro al agregar funciones y modificar el enrutamiento de los datos biométricos, imagen propia.

En este proceso de registro que se muestra en la Figura 10, se consigue modificar la ruta de la huella dactilar para no ser almacenada en la memoria flash del dispositivo, ya que, con el proceso logrado, es enviada a la base de datos donde será adiciona a la información de los usuarios, ya sean estudiantes, administrativos o docentes.

Registro con mejoras agregadas al registro de usuarios.

1.Generar imagen (en buffer de imagen)

2. Generar mapa de caracteres de la imagen (en buffer 1)

3. Generar imagen (en buffer de imagen)

4. Generar mapa de caracteres de imagen (en buffer 2)

5. Generar modelo o plantilla de la huella (en buffer 1 y 2)

6. Leer buffer 1 o 2 y almacenar el modelo en la BD.

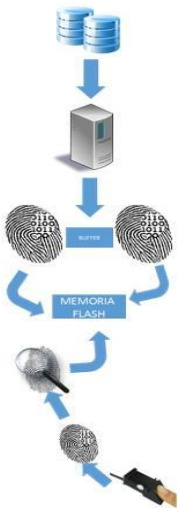


Figura 11. Proceso de autenticación con modificaciones al proceso estándar, imagen propia.

En el proceso conseguido como se muestra en la Figura 11. Al momento de autenticar la identidad de un usuario existente en la base de datos, se realiza él envió de los datos biométrico de los usuarios que harán uso de las áreas físicas designada para el desarrollo de las actividades, en este caso, podrán ser salas de computado, salones de clase, oficinas administrativos, unidad de sistemas entre otros, al realizar él envió de los datos, realizara el proceso hasta llegar de nuevo en la memoria flash de sensor óptico biométrico para el proceso interno de lectura y autenticación de los usuarios, con una respuesta menor a 1 segundo para autenticar y validar si están habilitados para hacer uso del espacio físico.

Procesos de Autenticación de usuarios descargando los modelos desde la base de datos.

1. Descargar modelo de huella dactilar de BD (en buffer 1 o 2)
2. Se guarda el modelo de huella en la memoria flash
3. Generar imagen (en buffer de imagen)

4. Generar mapa de caracteres de imagen (en buffer 1 o 2)
5. Buscar huella en memoria flash.

3.2 Fragmento de Código

En este segmento de código se indica el buffer que procesa los caracteres, como entradas para comparar con los registros de la memoria flash, la condición con la que Python detecte en qué plataforma se estará ejecutando y finalmente devuelve una posición 10 (tomando en cuenta que el conteo se hace desde cero) que representa el código de respuesta del sensor óptico necesario para la toma de otras decisiones.

```
def GoSearch(buffer):

    NoBuffer=int(buffer)

memoria flash

    sisoper=sys.platform
    if sisoper=='win32':
        ser=serial.Serial('COM3', 57600, timeout=2)
    else:
        ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', 57600, timeout=2)
    print ser
    ser.write(chr(0xEF))
    ser.write(chr(0x01))
    ser.write(chr(0xFF))
    ser.write(chr(0xFF))
    ser.write(chr(0xFF))
    ser.write(chr(0xFF))
    ser.write(chr(0x01))
    ser.write(chr(0))
    ser.write(chr(0x08))
    ser.write(chr(0x04))
    ser.write(chr(NoBuffer))
    ser.write(chr(0))
    ser.write(chr(0))
    ser.write(chr(0))
    ser.write(chr(0x64))
    ser.write(chr(0))
    ser.write(chr(0x71+NoBuffer))

    print "\nRespuesta de Lector\n"

    cadena = ser.read(16)

    for i in range (16):
        print(hex(ord(cadena[i]))),
    ser.close()
```

```
return cadena [9]
```

3.3 Interfaz de prueba

La interfaz realizada en Python es muy simple, ya que solo era necesario tener certeza de si los procesos de registro y autenticación funcionan correctamente.

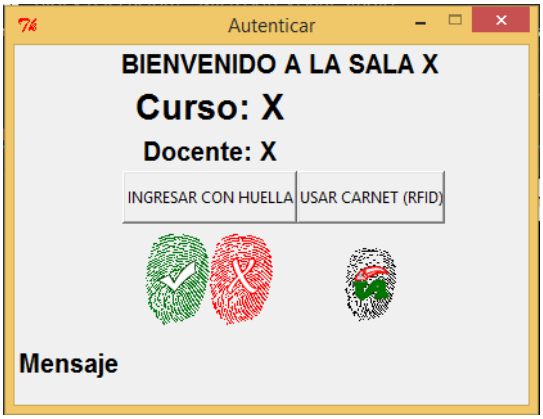


Figura 12. Interfaz de prueba del funcionamiento del SIBID, imagen propia.

En la figura 12, se visualiza la interfaz de prueba en la que visualizamos la información de la sala, como el nombre, materia, docente que la imparte, la opción de ingresar por lectura de huella dactilar y como tenemos como futuro trabajo la modulación de una tarjeta RFID de soporte por si se llegan a presentar fallas en el proceso de autenticación y habilitación de acceso, imágenes de huellas dactilares que se iluminaran si la huella fue encontrada, más un mensaje de información si el proceso presenta error.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este artículo se presenta el desarrollo de un SIBID en su primera fase de funcionamiento, en el que se especifica el uso de un sensor óptico dactilar (FPM10A), encargado de procesar la información biométrica con algoritmos modificados y adaptados a las necesidades. Esta información biométrica resultante permite la pasarela de datos gracias a la aplicación cliente almacenada en la Raspberry pi3, que se comunica por medio de un servicio Web con la BD, en la que se registrará, validará, consultará, inactivara los datos y otros procesos permitidos por el DBA y los parámetros del SIBID.

Como resultados parciales, se logró el almacenamiento externo de la huella dactilar en la BD, la comunicación de la aplicación cliente con el lector biométrico óptico, interacción servicio web, BD y aplicación cliente, permitiendo la identificación de usuarios en tiempo real generando como valor agregado la modulación del SIBID a las necesidades de manejo de datos exactos de usuarios que accedan a las instalaciones de la Universidad de la Amazonia, sin tener que efectuar cambios de funcionamiento en los procesos de la misma al aplicar tecnologías no flexibles a modificaciones que implican un alto costo operacional.

Se propone mejorar el método de funcionamiento por el cual se identifica los horarios de los usuarios que podrán hacer uso de las instalaciones y su identificación, al hacer uso del SIBID para él envió de información a los lectores biométricos cuando esta sea requerida para autorizar el acceso a los espacios físicos, y borrada de los dispositivos cuando ya no sea necesaria en los mismos, de esta forma evitando el incremento de consultas que afecten el funcionamiento de la BD de la Universidad, y a su vez priorizando recursos de los servidores y del sistema para actividades que demanden este tipo de consultas continuas.

Se propone como trabajos futuros:
•Inserción de módulo RFID
•Función de solenoide como cerradura inteligente.
•Modulación con base de datos de la universidad
•Diseño y fabricación de carcasa para el hardware del SIBID.
•Implementar como control de asistencia
• Implementación del SIBID en la universidad de la amazonia.

5. REFERENCIAS

[1] Carlos A. Madrigal, Jaime L. Ramírez, Juan C. Hoyos, David Stephen Fernández (2007).: Diseño de un sistema biométrico de identificación usando sensores ópticos para huellas dactilares, Revista Facultad de Ingenieria N° 39. pp.21–32

[2] Komanski P., contributing authors: Higgins P. T; Higgins K. M.; Fox L. K: Automated Fingerprint Identification Systems (AFIS)(Eds): Elservier Academic Press, pp. 11-12 (2005).

[3] delPoso R.: los Origenes de la Raspberry. IOP Web. https://rafaeldelpozo.wordpress.com/2017/01/17/los-origenes-de-raspberry-pi/. Accedido el 25 de marzo de 2017.

[4] Isaac C. Cóndor Inlago, and Carlos A. Paredes Cabrera (2009): Implementación de un Sistema de acceso electrónico mediante la huella dactilar y una clave de acceso, tesis obtención de título de tecnólogo en electrónica y telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, pp.17.

[5] Milton Ruiz, Carlos Rodríguez, and Juan Olivares (2009).: Una mirada a la biometría, Revista Avances en Sistemas e Informática, Vol.6 No. 2.

[6] Chitresh Saraswat and Amit Kumar (2010).: Efficient Automatic Attendance System using Fingerprint Verification Technique, International Journal on Computer Science and Engineering Vol. 02, No. 02, 2010, 264-269.

[7] Patricio Letelier, Emilio A. Sánchez, (2003): Proceso de desarrollo de software, Ingeniería de Software y Sistemas de información, VIII jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD), pp. 8-10.

[8] Antonio N. Camacho (2005): Herramienta Para el Análisis de Requerimientos dentro de la Pequeña Empresa Desarrolladora de Software en Bogotá. Tesis Obtención de título de Ingeniero de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Bogotá D.C, pp. 42.

PROTOTIPO A SISTEMA RECOMENDADOR GAMIFICADO PARA ESCOGER LIBROS

XENIA VIVIANA CADENA DÍAZ
vicadi7@gmail.com
NELSON ARLEY CARANTÓN
ing.caranton@gmail.com
ALEXANDRA ABUCHAR PORRAS
aabucharp@udistrital.edu.co
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

En este artículo encontrará el planteamiento para un prototipo de un Sistema Recomendador, (SR) empleando la gamificación para escoger libros. El artículo presenta la propuesta realizada por los autores con una estructura del sistema recomendador, en donde se realiza los roles de perfiles de usuarios e información de libros, con su lista de libros recomendados ordenados por puntuación correspondiente a la salida; el Sistema Recomendador será un híbrido de Sistema Recomendador basado en: contenido y colaborativo para los cuales se usará una métrica basada en una ponderación planteada y desarrollada por los autores; con el fin de lograr una mayor certeza para el usuario puesto que se plantea que el sistema posea una personalización persistente. Además de esto se plantea para la alimentación de la base datos, un sistema de puntos que incentiven al usuario a ingresar libros nuevos o comentar y calificar los existentes.

PALABRAS CLAVE

Recomendador contenido, colaborativo, gamificación, entrada, salida, retroalimentación.

ABSTRACT

In this article, we find the approach for an SR (recommended system) with gamification to choose books. The plan showing the article is a recommended system structure with two main entries (user profiles and book information), with its list of recommended books by punctuation corresponding to the output; SR will use content-based SR and collaborative SR implementation for which a metric based on a weighting raised by the authors will be used; In order to achieve greater certainty for the user and they are posed that the system has a persistent personalization. In addition to this, a system of points that encourage the user to enter new books or to comment and qualify existing ones is proposed for the feeding of the database.

KEY WORDS

Recommendation, content, collaborative, gamification, input, output, feedback.

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo el uso del internet y la evolución de la web ha sido exponencial conllevando a un manejo de gran cantidad de información, siendo muy complejo el buscar información precisa. Es por esto que surgen

como estrategia nuevos sistemas y herramientas que ayudan a agilizar las búsquedas y reducir la sobrecarga de información. Los Sistemas Recomendadores SR, filtran la información a partir de técnicas que identifican los principales atributos que más se acomodan a las preferencias de los usuarios, recomendaciones que se generan a partir de gustos de otros usuarios o del contenido de la información [1], En cuanto a la gamificación se planteada como un proceso de interacción de las dinámicas y mecánicas de juego en una página web, un servicio, una comunidad online, portal de contenido o compañía de marketing con el fin de lograr participación e implicación del usuario [2] . Con la gamificación se aplican elementos y reglas de juegos con el fin de captar y atrapar a los usuarios, trabajadores y clientes. La finalidad es generar compromiso, fomentar conductas deseadas y resolver problemas. Éste busca sobre todo resolver los problemas que plantean las tareas más aburridas de la vida cotidiana. [3]. El objetivo principal en este artículo es el planteamiento de la estructura de un prototipo de Sistema Recomendador Gamificado para generar al usuario la mejor recomendación de libros. Se plantea un sistema híbrido con los métodos de recomendación y la gamificicación.

2. DESCRIPCION DE SISTEMA

Los sistemas de recomendaciones ayudan a filtrar información de interés para los usuarios como: noticias, páginas web, música, películas, libros entre otros. Por lo tanto, requiere de procesos de entrada y salida, trabajan con un método (basado en contenido y colaborativos) [3]. [4] el cual genera las recomendaciones (salidas) y un grado de personalización, 1) no personalizados, 2) personalización efímera ,3) personalización persistente. Cabe destacar que los métodos no son excluyentes y se pueden usar en el mismo sistema para generar recomendaciones [5]. Existe gran variedad de Sistemas de Recomendación (SR) por ejemplo:

- Netflix brinda al usuario recomendaciones de series o películas a partir del contenido accedido previamente el mismo usuario, método basado en contenido[6]
- Tinder recomienda a los usuarios usando el método colaborativo, recomendando posibles parejas basado en el perfil del usuario; sistemas como el buscador de Google implementan un SR híbrido para arrojar el mejor resultado en la búsqueda, cuando busca el contenido de las páginas web basándose en la búsqueda y para clasificar esos resultados según la geolocalización de la persona que realiza la consulta[7]
- Waze que se apoya de la gamificación para incentivar la fidelización en el usuario, este sistema genera una calificación por kilómetro recorrido la cual le da un personaje en la aplicación, lo que incentiva al usuario a usarla mientras conducen, haciendo que el mismo usuario alimente las bases de datos del sistema. Esto da una idea a lo que es un SR gamificado [8]

A continuación, se realiza una aproximación al prototipo el cual es un hibrido entre el sistema recomendador y la gamificación, esta estructura brindar una alternativa novedosa.

2.1 Sistema Recomendador

Con este sistema se plantea una estructura como la mencionada anteriormente, partiendo en la definición de sus entradas/salidas; seguido de la forma en que se implementará el SR híbrido, para luego aclarar basado en la metodología el grado de personalización y terminando con la aclaración de la retroalimentación que usará el sistema. La Figura 1 muestra el resumen del SR planteado.

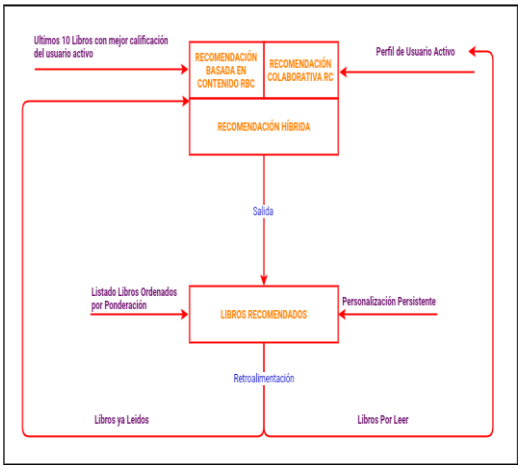


Figura 23. Diagrama Sistema Recomendador Fuente: los autores

2.1.1. Sistema recomendador: Entradas / Salidas

Entradas Sistema recomendador: El Sistema recomendador está apoyado en dos tipos de entradas, entradas recomendación basada en contenido (RBC) y entradas para RC recomendación colaborativa [9].

Entrada basada en contenido RBC: Constituida por los últimos 10 libros, como requerimiento para registrarse en el sistema el usuario deberá inscribir 3 libros que ya haya leído. La estructura de cada libro será la siguiente:

Tabla 3. Estructura de Libro, Fuente los autores

Atributo	Descripción
Título	Título del libro.
Autor	Autor(es) del libro
Género	Género(s) a los que pertenece el libro, entre los que está [9]: Policial (o Thriller), Romántica, Aventura, Terror, Ficción / Realidad, Ciencia Ficción, Investigación, Biográfica, Infantil, Autoayuda, Erótica, Hogar, Enciclopedia / Manual, Política, Economía / Marketing, Sociedad, Deportes, Viajes / Cultura, Otros temas / Varios.
Descripción	Breve sinopsis del libro.
Donde Encontrarlo	Esta parte está dedicada para que los usuarios informen donde consiguieron el libro, ya sea una tienda o página web
Imagen	Imagen de la portada del libro si se tiene, de lo contrario el sistema le asignará una por defecto dependiendo del género literario.
Calificación	Esta es la calificación o puntuación generada a partir de las personas que ya leyeron el libro, se divide así: No me gustó Ni me gustó ni me disgustó Me gustó Lo recomiendo De mis favoritos
Comentarios	Comentario(s) de personas que ya hayan leído el libro.

Entrada recomendación colaborativa RC: Perfil del usuario que solicita la recomendación. La estructura del perfil de usuario es la siguiente:

Tabla 4. Estructura del usuario; Fuente los autores

Atributo	Descripción
Nombre	Nombre Completo del usuario
Fecha Nacimiento	Fecha de nacimiento del usuario
Edad	Edad calculada a partir de la fecha de nacimiento y la fecha actual.
Nacionalidad	País en que nació el usuario
País de Residencia	País donde vive actualmente el usuario.
Sexo	Femenino / Masculino / Otro
Nivel Educativo	Primaria, Bachillerato, Pregrado, Especialización, Maestría, Doctorado.
Área Profesional	Técnica, Administración y Finanzas, Auditoría, Comercial y Desarrollo de Negocio, Legal, Tecnológica y Procesos, Recursos Humanos, Comunicación, Publicidad, Marca y Responsabilidad Social, Marketing, Seguridad y Medio Ambiente, Atención Telefónica.
Temas de Interés	Son los temas de interés que el usuario tiene sobre las lecturas, relacionados con los géneros literarios.
Libros leídos	Listado de libros leídos por el usuario.
Libros por leer	Listado de libros por leer que el usuario agregó a la hora de solicitar recomendaciones, los cuales tienen la misma estructura de los libros seleccionados en la recomendación.

2.1.2. Salida Sistema recomendador.

La salida es una lista ordenada por ponderación de los libros recomendados por el sistema, cada libro además de mostrar la información de cada uno, tendrá asociado una estructura la cual será temporal. Esta estructura es la siguiente:

*Tabla 5**. Estructura propuesta L***

ibro Recomendado

Atributo	Descripción
Título	Atributo único del libro
Ponderación	Calificación generada por el sistema a la hora de realizar la recomendación.
Característica General	Define si el libro fue seleccionado por RBC, por RC o por ambas.
Característica Específica	Listado de los atributos por los cuales el libro fue recomendado.
Leído	Característica dedicada al usuario el cual podrá definir si el libro que se le recomienda ya lo leyó para que sea guardado en su lista de leídos y el usuario pueda darle una calificación.
Por Leer	Característica dedicada al usuario el cual guarda el libro en la lista de libros por leer del usuario.
Calificación	Característica que el usuario genera cuando selecciona la opción de leído.

3. MÉTRICA PROPUESTA MÉTODO DE RECOMENDACIÓN

Como se mencionó anteriormente, el planteamiento de este sistema propone usar los dos tipos de recomendación ya dichos la recomendación basada en contenido que se enfoca en las preferencias del usuario activo y los atributos de los ítems a recomendar; y el colaborativo que usa la información conocida sobre las preferencias de otros usuarios para realizar la recomendación al usuario que la solicita [9].

Método Híbrido: Esto partirá realizar una calificación de ponderación y realizar una unión entre el listado generado en cada uno de los métodos. La máxima ponderación para cada método se calculará de la siguiente forma: Formulas desarrolladas por los autores.

$$PTC = PRBC + PRC \quad (1)$$

$$PRBC = \frac{NS_{RBC} * PTC}{NS_{Tot}} \quad (2)$$

$$PRC = \frac{NS_{RC} * PTC}{NS_{Tot}} \quad (3)$$

$$NS_{Tot} = NS_{RBC} + NS_{RC} \quad (4)$$

En donde:
PTC: Puntuación ponderada máxima, la cual será 100
PRBC: Puntuación Máxima de Recomendación basada en contenido.
PRC: Puntuación Máxima de Recomendación Colaborativa.

Cabe destacar que los valores de PRBC y PRC deben ser enteros, por lo que se realizará una aproximación en su cálculo para eliminar decimales.

$$NS_{Tot}: Número\ de\ selecciones\ totales$$
$$NS_{RBC}: Número\ de\ selecciones\ para\ RBC$$
$$NS_{RC}: Número\ de\ selecciones\ para\ RC$$

Esta ponderación calculada para cada método pasará a ser el 100% sobre el cual se realizará el cálculo del peso de cada atributo del método de recomendación. (Ver siguientes ítems para saber cómo se calcula la ponderación en cada método). i hay libros recomendados que estén en las dos listas entonces se suma la ponderación que tenga en ambas selecciones y se deja un solo registro. Finalmente se ordena de mayor a menor por la ponderación de cada libro y esta es la lista que se le muestra.

NOTA: Para el comienzo de la aplicación se realizará una encuesta para determinar la puntuación máxima de cada método y el peso inicial de cada atributo el cual será cambiante dependiendo de las elecciones de los usuarios.

3.1 método colaborativo

En el método Colaborativo se buscan dentro de los usuarios perfiles similares al del usuario que realiza la solicitud. Para esto primero se traen todos los perfiles que tengan al menos un atributo en común con el usuario activo. Las características que se buscan son:

- Edad
- Nacionalidad
- País de residencia

- Sexo
- Nivel Educativo
- Área Profesional
- Temas de interés

Primero se calcula el peso de cada atributo para así generar la ponderación de cada uno y su sumatoria. Para esto se parte de los valores que se tenían anteriormente en el método híbrido:
NS_{RC}: *Número de selecciones para RC*
PRC: Puntuación Máxima de Recomendación Colaborativa.
Con estos valores se generan los siguientes cálculos:

$$\%P_{Atrib} = \frac{NS_{Atrib} * 1}{NS_{RC}} \quad (5)$$

$$P_{Atrib} = \frac{\%P_{Atrib} * PRC}{100} \quad (6)$$

En donde:
$\%P_{Atrib}$: *Porcentaje de peso del atributo*
P_{Atrib} : *Peso del atributo*

Este peso es el que se le da a cada atributo y se suman para tener la ponderación. Pero existen atributos que además de tener un peso se debe calcular el subpeso ya que el perfil puede tener más de uno en el atributo, es el caso para "área profesional y temas de interés" el peso de atributo que se calculó anteriormente es para la totalidad del atributo. Entonces se debe calcular un subpeso así:

$$Sbp_{Atrib} = \frac{P_{Atrib}}{NI_{Atrib}} \quad (7)$$

En donde:
Sbp_{Atrib}: *Subpeso del atributo*
NI_{Atrib}: *Número de items del atributo*
Así pues, para las áreas profesionales NI_{Atrib} es el número de áreas profesionales del perfil del usuario activo y para temas de interés es el número de temas de interés del perfil del usuario activo.
Luego de tener el ponderado de cada atributo se suman los pesos de cada atributo en común encontrado con el perfil del usuario activo para cada perfil encontrado en el inicio de la recomendación. Con esto se tienen los ponderados de cada perfil y se orden de mayor a menor, pero se necesitan es libros, por lo que se seleccionan de la lista de libros leídos de cada perfil los 5 libros con mejor calificación y que no haya leído el usuario activo y se les da como ponderación la que se le dio al perfil.

3.2. Método Basado en Contenido

El método basado en contenido busca coincidencias con los atributos de los libros respecto a los últimos 10 libros con mejor calificación que haya leído el usuario activo. Los atributos por los que se busca coincidencia son: autor, género
Luego de tener los libros coincidentes también se tiene en cuenta para la ponderación el atributo "Calificación". Primero toca calcular el peso de cada atributo para así generar la ponderación de cada uno y su sumatoria. Para esto se parte de los valores que se tenían anteriormente en el método híbrido:

NS_{RBC}: *Número de selecciones para RBC*
PRBC: Puntuación Máxima de Recomendación Basada en Contenido.

Con estos valores se generan los siguientes cálculos:

$$\%P_{Atrib} = \frac{NS_{Atrib} * \ 1}{NS_{RBC}} \quad (8)$$

$$P_{Atrib} = \frac{\%P_{Atrib} * PRBC}{100} \quad (9)$$

En donde:
$\%P_{Atrib}$: *Porcentaje de peso del atributo*
P_{Atrib} : *Peso del atributo*

Para el subpeso del atributo "Género" se realiza el mismo cálculo de la ecuación 7 y así obtener el subpeso de cada género del conjunto de los 10 libros leídos por el usuario activo. Para el atributo calificación se usa una fórmula diferente teniendo en cuenta los siguientes porcentajes:

Calificación	**Porcentaje del subpeso del atributo** $\%Sbp_P_{Atrib}$
No me gustó	-100%
Ni me gustó ni me disgustó	0%
Me gustó	33.3%
Lo recomiendo	66.6%
De mis favoritos	100%

Tabla 6. Porcentaje del subpeso del atributo; Fuente los autores

$$Sbp_{Atrib} = \frac{P_{Atrib} * \%Sbp_P_{Atrib}}{100} \quad (10)$$

Con estos pesos se realiza la suma de cada atributo en común con los libros del usuario activo y se obtendrá la ponderación de cada libro para luego ordenarla de mayor a menor por ponderación.

- **Retroalimentación**

Luego de tener la lista de libros recomendados el usuario tendrá la opción para cada libro de decir si ya lo leyó o si lo va a leer, para cada uno existirá un comportamiento diferente que el sistema generará para retroalimentar la métrica de ponderación para la recomendación de libros.

- **Caso 1:** El usuario escogió un libro y lo seleccionó como ya leído, se realiza la siguiente retroalimentación:

Primero le aparecerá al usuario la opción de calificar el libro y si lo desea dejar un comentario sobre el libro. Después para el usuario quedará en su perfil el libro guardado en la lista de libros leídos. Esto por parte del usuario, para el sistema todavía queda una tarea más.

Con la calificación se determina si la unidad a sumar U_{Sum} es 1 o -1 dependiendo de la calificación es así:

Tabla 7. Valor de USum dep. de la Calificación; Fuente los autores

Calificación	**Valor de** U_{Sum}

No me gustó	-1
Ni me gustó ni me disgustó	0
Me gustó	1
Lo recomiendo	1
De mis favoritos	1

Se suma U_{Sum} a NS_{Tot}

Si el libro seleccionado tiene como característica general RBC se sumará U_{Sum} al valor NS_{RBC} pero si la la característica general es RC se sumará U_{Sum} al valor NS_{RC}

Si en cambio la característica general es RBC y RC entonces se le suma $(2 * U_{Sum})$ a NS_{Tot} y U_{Sum} a NS_{RBC} y NS_{RC}

Luego de realizar estas sumas se vuelve a realizar el cálculo de PRBC y PRC.

Para el caso de los pesos de cada atributo se realiza la siguiente suma:

$$NS_{Atrib} = NS_{Atrib} + \frac{U_{Sum}}{NAC_{Met}} \quad (11)$$

En donde NAC_{Met} es el número de atributos en común del libro para el método, ya sea RBC o RC. Por último, se procede a calcular de nuevo el peso de cada atributo P_{Atrib} para las siguientes recomendaciones.

- **Caso 2:** El usuario selecciona un libro y escoge la opción "por leer", se realiza la siguiente retroalimentación:

Se agrega el libro a la lista de libros por leer del usuario con las características de libro recomendado, cuando el usuario ingrese a su perfil y determine que ya leyó el libro, se realizarán los mismos pasos que el Caso 1.

- **Grado de Personalización :** Como ya se mencionó anteriormente existen 3 grados de personalización [10].
  a) Cuando los SR proporcionan las mismas recomendaciones a todos los usuarios, son clasificados en este ámbito como no personalizados.
  b) Los SR que tienen en cuenta la información actual del usuario objeto de las recomendaciones, proporcionan personalización efímera.
  c) Los SR que ofrecen el mayor grado de personalización son los que usan personalización persistente ofreciendo recomendaciones distintas para distintos usuarios, incluso cuando estén buscando el mismo ítem.

Para este sistema se determinó con base en estos conceptos que el grado de personalización del sistema es "Persistente", ya que se logra una recomendación por cada perfil de usuario y gustos, cada vez que realiza la consulta el sistema se enfoca únicamente en el usuario activo.

4. SISTEMA GAMIFICADO

En este sistema se va a manejar un sistema de puntos que incentiven al usuario a ayudar con la alimentación del sistema y que sea pro-fidelización. Lo importante es que el usuario sea el principal alimentador de la base de datos del sistema. La Figura 2 muestra el ciclo de la interacción usuario aplicación respecto a la gamificación.

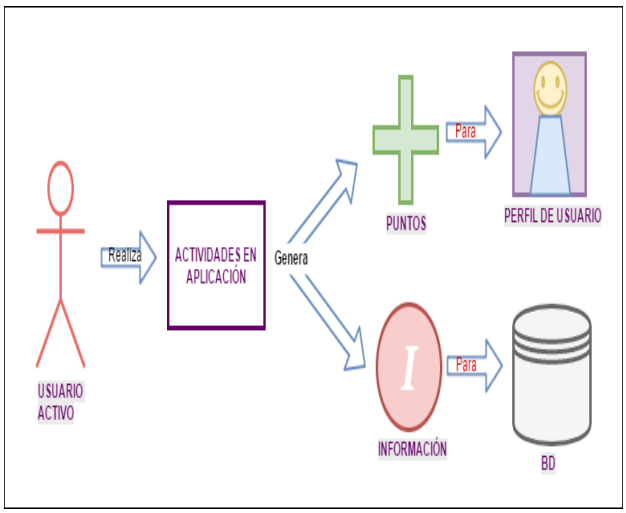


Figura 24. Interacción Alimentación Sistema (Autores)

Ya sea que los puntos se conviertan en un personaje o le den más beneficios sobre su perfil, (parte que se definirá en el desarrollo de la aplicación) estos puntos se podrán compartir en diferentes redes sociales, para que el usuario pueda presumir sus actividades con la plataforma. Se otorgarán puntos por las siguientes actividades:

1. Registrarse en la aplicación
2. Registrar libros que no estén en la base de datos.
3. Por cada libro leído.
4. Por cada comentario de libros leídos.
5. Por compartir la plataforma en redes sociales.

Estas actividades estarán sujetas a modificaciones en el transcurso del diseño de la aplicación. Lo importante es incentivar al usuario por las actividades que realice en la aplicación.

5. RESULTADOS ESPERADOS

1) Se espera que con la unión de estas dos metodologías el usuario pueda con la aplicación realizar las siguientes actividades:
2) Registrarse en el sistema y guardar un perfil propio.
3) Ingresar con usuario y contraseña a la plataforma.
4) Solicitar recomendación de libros basado por lo menos en los 3 libros que ingresó al momento de registrarse.
5) Consultar la lista de libros recomendados y de cada uno seleccionar si ya lo leyó o si lo va a leer. Consultar su perfil en donde encontrará lo siguiente:

1) Modificar datos del perfil
2) Ingresar libro nuevo
3) Consultar libros de la base de datos sin generar recomendación y agregar comentarios.
4) Compartir estado de puntos en redes sociales.
5) Consultar lista de libros leídos y realizar modificaciones.
6) Consultar lista de libros por leer y realizar modificaciones.

6. CONCLUSIONES

Los puntos más sobresalientes de este artículo radican en la importancia de los sistemas recomendadores, ya que ayudan a organizar, estructurar y gestionar la información para proyectar el resultado deseado para el usuario.

Por otro lado, la gamificación permite una experiencia positiva y de gran motivación para seguir acumulando puntos o niveles por el usuario en el sistema

Connotando que no siempre es necesario basarse en un algoritmo ya existente para definir métricas que cumplan con las necesidades de un sistema que se está planeando. Pero si es importante desde el comienzo saber cómo se va a manejar el sistema. El plantear un sistema con anterioridad ayuda a que el punto de vista de los autores se amplíe y surjan nuevas métricas como es el caso de la mostrada en el artículo.

7. REFERENCIAS

[1] E. Herrera-Viedma, C. Porcel, and L. Hidalgo, "Sistemas De Recomendaciones: Herramientas para el Filtrado de Información en Internet."

[2] Bunchball, "An Introduction to the Use of Game Dynamics to Influence Behavior" Gamification 101," 2010.

[3] C. V. Internacional, S. Issn, and A. S. Mart, "Aprendizaje matemático mediante aplicaciones tecnológicas en un enfoque de Gamificación," pp. 1–13, 2007.

[4] Universitat Pompeu Fabra., *Hipertext.net.* Universidad Pompeu Fabra.

[5] P. Resnick and H. R. Varian, "Recommender systems," *Commun. ACM*, vol. 40, no. 3, pp. 56–58, 1997.

[6] D. W. P. en S. A. Code Dimension, "Servicios Online / ¿Qué es Netflix y cómo funciona?"

[7] "Qué es Tinder, cómo funciona y todo lo que necesitas saber sobre esta aplicación - Batanga." [Online]. Available: http://www.vix.com/es/btg/tech/58388/que-es-tinder-como-funciona-y-todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-esta-aplicacion. [Accessed: 07-Jun-2017].

[8] "Waze: qué es, cómo funciona y para qué sirve - ComputerHoy.com." [Online]. Available: http://computerhoy.com/noticias/apps/waze-que-es-como-funciona-que-sirve-4231. [Accessed: 07-Jun-2017].

[9] J. Ben Schafer, D. Frankowski, J. Herlocker, and S. Sen, "Collaborative Filtering Recommender Systems," *Adapt. web*, vol. 4, no. 2, pp. 81–173, 2007.

[10] C. Porcel and E. Herrera-Viedma, "Dealing with incomplete information in a fuzzy linguistic recommender system to disseminate information in university digital libraries," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 23, no. 1, pp. 32–39, 2010.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

APLICATIVO MÓVIL PARA SIMULAR EL EXAMEN DE ADMISIÓN A LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA – CAMINO A LA UDEA

LISETH JAZMÍN RENDÓN A.
liseth.rendon@udea.edu.co
MARIA ALEJANDRA CELEMÍN R.
maria.celemin@udea.edu.co
JUAN JAIBER YEPES Z.
jaiber.yepes@udea.edu.co

RESUMEN

Presentarse a la universidad es una de las principales preocupaciones de los jóvenes recién egresados del bachillerato. La Universidad de Antioquia (UdeA), por ser de carácter público y poseer un alto nivel académico tiene una gran demanda en el país, cada semestre se presentan 45 mil aspirantes aproximadamente y sólo alrededor del 13% es aceptado debido a la disponibilidad de cupo de la universidad. El proceso de selección se realiza por medio de un examen de admisión, donde se evalúan las aptitudes en comprensión lectora y razonamiento lógico-matemático del aspirante. Por lo tanto, se desarrolló una aplicación móvil llamada Camino a la UdeA, con el fin de ayudar a los aspirantes a tener una mejor preparación para el examen. En el presente artículo se expone el proceso que fue realizado para llevar a cabo la aplicación, y se describen los artefactos de software obtenidos de dicho proceso, desde el análisis realizado inicialmente hasta su implementación.

PALABRAS CLAVES

Aplicativo móvil, comprensión lectora, examen de admisión, UdeA, interactivo, pedagógico, razonamiento lógico, simulación.

ABSTRACT

Applying to the university is one of the main concerns of the young people recently graduated from high school. The University of Antioquia (UdeA), being a public university with a high academic level, has a great demand in Colombia, around 45000 aspirants each semester, but only 13% are admitted.The admission process involves taking an exam, where the candidate's logical-mathematical reasoning and reading comprehension skills are evaluated.
Therefore, it was developed a mobile application called *Camino a la UdeA*, which main idea is to help the aspirants to have a better preparation for the test. This article describes the process that was carried out to build the application, and describes the software artifacts obtained from this process, from the initial analysis to its implementation.

KEYWORDS

Mobile application, reading comprehension, admission exam, UdeA, logical-mathematical reasoning, simulation.

INTRODUCCIÓN

El examen de admisión de la Universidad de Antioquia consta de 80 preguntas en las que se evalúan las aptitudes académicas del aspirante, contando con un tiempo de 3 horas para su solución, la prueba está dividida en dos competencias: razonamiento lógico y comprensión lectora, ambas con un valor de 50%. El puntaje mínimo estandarizado para poder competir por un cupo en los programas ofrecidos en la sede de Medellín es de 53% y para las sedes regionales es 50%; y los cupos son asignados a aquellos aspirantes cuyos puntajes sean superiores [1]. Esto sugiere que a mayor número de aspirantes postulados en un mismo programa académico, mayor es el reto de competir por un puesto entre los mejores, y en consecuencia mayor debe ser el grado de preparación.

Por lo anterior, dicho examen puede llegar a ser el principal dolor de cabeza para un gran número de personas, en su mayoría jóvenes, que desean ingresar a la Universidad de Antioquia. Según datos recolectados entre los años 2011 y 2015, en 2015-1 fue uno de los períodos en el que más personas fueron admitidas, un total de 6.352 personas, equivalente al 13% de los aspirantes[2]; y según datos más recientes, para el 2017-2 fueron admitidos 5.275 personas lo que equivale al 14.9% de aspirantes[3]. Un número tan bajo de cupos ofrecidos en contraste con la cantidad de aspirantes requiere un mayor desempeño en la prueba para lograr sobresalir ante los demás y lograr ser admitido. Adicionalmente se trata de una prueba compleja y extensa, en la que deben competir con miles de aspirantes, cada uno con un nivel de formación diferente, el cual está supeditado en gran medida al tipo de colegio (público o privado) en el que el aspirante culminó sus estudios secundarios. Según datos recolectados por la revista universitaria Alma Mater, en el período 2017-2 de un total de 35.390 aspirantes, el 75% egresaron de colegios públicos y el 25% restante de colegios privados [3].

Considerando que la calidad de educación recibida puede ser uno de los factores que afectan el éxito de la prueba, también debe sumarse el hecho de la falta de preparación a nivel personal, que se hace para presentar dicho examen, es aquí donde entra de nuevo a tenerse en cuenta el factor económico, ya que el 65.3% de los aspirantes pertenecen a los estratos socioeconómicos 1, 2 y el 29% pertenece al estrato 3 [3]; esto sugiere que no todas las personas interesadas en ingresar a la educación superior cuentan con recursos para financiar costosos cursos preuniversitarios en donde se tiene como fin vencer ese primer obstáculo hacia su formación profesional.

Por lo anterior, se ve la necesidad de crear una herramienta que le permita a sus usuarios prepararse y simular el examen de admisión de la Universidad de Antioquia, mediante el uso de diferentes modalidades de práctica que fortalezcan sus destrezas en los dos tipos de competencia que componen la prueba, siendo una solución que esté al alcance de aquellas personas con recursos limitados, y con la cual el aspirante eleve su grado de confianza a medida que adquiere conocimientos de una manera interactiva.

En el presente artículo se describe el proceso llevado a cabo durante el desarrollo de la aplicación *Camino a la UdeA*, la cual busca dar solución al problema descrito anteriormente. Para iniciar se realiza un análisis del estado del arte de aplicaciones existentes relacionadas con el tema y se expone la metodología usada para poder cumplir con el objetivo planteado, finalmente se describen los resultados obtenidos y trabajos que serán realizados a futuro para mejorar la aplicación.

ESTADO DEL ARTE

La falta de preparación de los aspirantes no es sólo un problema de los aspirantes de la Universidad de Antioquia, sino que también se presenta en universidades tanto a nivel nacional como internacional. Es por esto, ques se pueden encontrar algunas aplicaciones propuestas que buscan dar solución: “Quiziz U” [4] de Pixlab, Costa Rica, es una

aplicación que ayuda a sus usuarios a aprobar el examen de admisión para tres importantes universidades en este país, enfocándose en el razonamiento lógico-matemático y la comprensión lectora, donde se puede escoger la cantidad de preguntas a resolver, el nivel de complejidad y hasta el tiempo para dar las respuestas; es una aplicación con una gran acogida de más de 10.000 usuarios de dispositivos Android en Costa Rica[5].

"Appruebalo"[6] es una aplicación desarrollada por el CTIN (Centro de Tecnología e Innovación) para la Universidad Nacional de México, a la cual entran cada semestre 45 mil estudiantes aproximadamente; ofreciendo un simulador con alrededor de 1.500 preguntas en total que cubren las 10 materias que abarca la prueba en dicha universidad. Es una aplicación bastante amplia que muestra avances e identifica errores, y además tiene un cronómetro para simular el tiempo que disponen las instituciones para la solución del examen de ingreso.

Aplicaciones similares como "Examen Universidad", México [7], tienen propuestas más dinámicas donde se pueden hacer retos y competir contra otros usuarios, pero esto precisamente hace la aplicación dependiente de la conexión a internet.

En Colombia, la Universidad Nacional ofrece gratuitamente a sus aspirantes una plataforma web para realizar simulaciones del examen de admisión con el fin de que éstos se familiaricen con el tipo de preguntas que se proponen y conozcan su desempeño [8]; no obstante, al ser una plataforma web sólo se puede hacer uso de este recurso contando con conexión a internet y para una mayor comodidad, desde un ordenador.

Sin embargo, en Colombia no se encuentran aplicaciones para dispositivos móviles que permitan tener un acercamiento con el examen de la Universidad de Antioquia, aunque hay diversidad de material disponible en el medio, como el "Cuadernillo Examen UdeA" [9] que ofrece la Universidad de Antioquia con enunciados que se han presentado en exámenes anteriores y el simulacro en la página web de Aprende en Línea [10], donde los usuarios luego de registrarse, tienen la posibilidad de realizar 5 simulaciones del examen de admisión; también se encuentran páginas web que ofrecen videos con ejercicios que los aspirantes pueden entender fácilmente como el "Blog del Profe Alex" [11]. No obstante, las principales limitantes que se encuentran con estas modalidades de estudio, es que no se puede acceder desde dispositivos móviles sin depender de una conexión a internet, además algunos de ellos no son interactivos, ni tampoco se puede tener un reporte del progreso o mejora obtenida a medida que el aspirante avanza.

Finalmente, existen cursos virtuales como el que ofrece Tareasplus [12] y cursos presenciales en entidades como Formarte, Instruimos y Preuniversitario de Antioquia, entre otros; dichos cursos tienen costos elevados y demandan mucho tiempo, por lo que es difícil acceder a ellos.

Como alternativa, se propuso el desarrollo de una aplicación móvil, ya que es una opción mucho más económica y permite el acceso en cualquier momento. *Camino a la UdeA* es una aplicación móvil para dispositivos Android, que actualmente permite familiarizarse con la prueba mediante ejercicios resueltos, simular el examen de admisión y consultar el desempeño obtenido en cada simulación.

METODOLOGÍA

El proyecto estuvo dividido en dos etapas, en las cuales se desarrollaron dos funcionalidades principales: simular el examen de admisión y practicar mediante enunciados resueltos, respectivamente. Por lo cual se tuvo la necesidad de adoptar algunas pautas de la metodología SCRUM que se ajustaran al cronograma y entregables del proyecto, y de este modo configurarlas en una metodología propia. Dicha metodología reunió las siguientes fases en la primera etapa del proyecto: análisis, diseño, implementación, validación y verificación, ver Figura 1. Y Para la segunda etapa se siguió un proceso similar, con una fase inicial de pruebas y corrección de bugs para poder tener una versión estable de la aplicación y así continuar con la implementación de la nueva funcionalidad (Aprende); en las fases de análisis y diseño se realizaron revisiones sobre los casos de uso y el diseño realizado en la primera etapa, luego se procedió a la fase de implementación

y por último se llevó a cabo la fase de validación con el fin de asegurar que las funcionalidades con las que cuenta la aplicación estuvieran acorde con los requisitos planteados en la fase de análisis.

Figura 1. *Fases de desarrollo*

Cada vez que se terminaba una fase se verificó que lo realizado fuera correcto antes de pasar a la siguiente. Adaptando técnicas de metodologías ágiles como Scrum[13], se realizaron iteraciones entre una fase y otra, de modo tal que cualquier ajuste, sobre alguna especificación o parte del desarrollo, fuese posible de llevar a cabo.

Por otro lado, de manera transversal a todas las demás fases y no menos importante, se realizó una fase de verificación, en donde a través de reuniones semanales con el tutor, se iba evaluando en qué etapa del desarrollo se encontraba el proyecto, si se estaba dando cumplimiento al cronograma estipulado y más aún, si lo desarrollado estaba realizándose conforme a lo especificado en las fases anteriores. Como resultado de cada reunión se obtenía una retroalimentación y se realizaba un compromiso de tareas que serían llevadas a cabo para la siguiente semana.

3.1 Análisis

En esta primera fase de desarrollo se encuentran los elementos que fueron necesarios abstraer para comprender el problema y materializar la solución, tal como lo son: historias de usuario, lista de actividades y cronograma.

Para empezar se realizó un análisis del problema, con el fin de entender la necesidad y delimitar el alcance de la aplicación; para lograr esto se elaboró el anteproyecto, documento que da inicio formal al proyecto, donde se identifica claramente la necesidad a resolver, los antecedentes del problema y se propone ampliar el alcance de la solución realizada en la primera etapa del mismo, añadiendo el módulo que permita practicar mediante ejercicios resueltos llamado Aprende.

Por otra parte se realizaron ocho historias de usuario: Registrar usuario, Consultar historial, Elegir modo de estudio, Elegir competencia, Aprender, Realizar simulación, Informar fecha de examen y Actualizar fecha.

Cada historia fue almacenada en una tabla, donde cada una está identificada por un ID y nombre de historia, y a su vez están clasificadas por la prioridad que tienen dentro del desarrollo del proyecto: muy baja, baja, media, alta y muy alta. A manera de ejemplificar cómo luce la tabla de historias de usuario, se muestra en la Tabla 1, la historia HU-005, ésta es la historia de usuario con mayor importancia en la segunda etapa del proyecto, pues es la que ofrece al usuario una opción de retroalimentación y aprendizaje, proporcionando un valor agregado a la aplicación.

Una vez definidas las historias de usuario, se realizó un listado de las actividades que serían necesarias llevar a cabo para dar cumplimiento a cada una de ellas. En total se obtuvieron 11 actividades, las cuales fueron ordenadas en una tabla donde cada actividad está identificada por un ID, nombre de la actividad y descripción.

ID	HU-005
Nombre de Historia	Aprender
Rol	Como usuario
Característica / Funcionalidad	Quiero realizar ejercicios tutoriales, viendo la solución de cada uno de éstos.
Razón / Resultado	Con el fin de aprender la mejor solución.
Criterio de aceptación	El usuario conoce el procedimiento para dar solución al problema presentado
Prioridad en negocio	Alto

Tabla 1. *Ejemplo de Historia de Usuario*

Basado en el listado de actividades se realizó un mapeo entre cada actividad a realizar y el tiempo estipulado para el proyecto, de modo tal que una actividad abarca determinado tiempo (dado en semanas) permitiendo solapamiento entre actividades.

3.2 Diseño

Como parte del diseño, se realizaron los mockups de la aplicación tanto para smartphones como para tablets, para esto se empleó la herramienta Proto.io[14] la cual permite no sólo ilustrar cómo lucirá la interfaz gráfica sino también crear una pequeña animación de cómo serán las transiciones entre las vistas.

El mockup principal de la aplicación es el que muestra la simulación del examen, en el diseño para smartphones, Figura 2, se observan dos pestañas que permiten alternar entre un tipo de competencia y otro; y al presionar el botón “Ver contexto” en la parte superior derecha, se mostrará el contexto referente a la pregunta actual. Adicional a esto, se muestra el tiempo restante para completar la prueba en la parte superior junto al nombre de la modalidad.

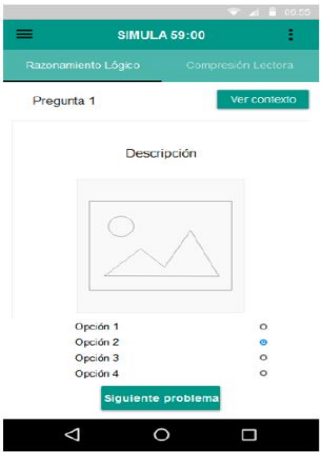


Figura 2. Mockup para smartphones: simular examen

Por último, en la Figura 3, se encuentra el mockup del historial, en él se puede visualizar en la parte superior, separado por tipo de competencia, el puntaje obtenido en la última simulación. Y en la parte inferior un diagrama de barras que muestra la fecha y el nivel en el que se realizó la simulación, de modo que se puede ver el avance o progreso.

Por otro lado, para el diseño de la base de datos, se inició realizando un diagrama entidad relación en donde se identificaron 9 entidades principales que serían necesarias tener en cuenta en la implementación, como son: Usuario, TipoResultado, Resultado, Contexto, Pregunta, Opción, Ayuda, Competencia, RespuestaAprende. El diagrama entidad relación, que se puede visualizar en la Figura 4, permite analizar algunos de los tipos de datos que se van a manejar dentro de la aplicación y su nivel de visibilidad.

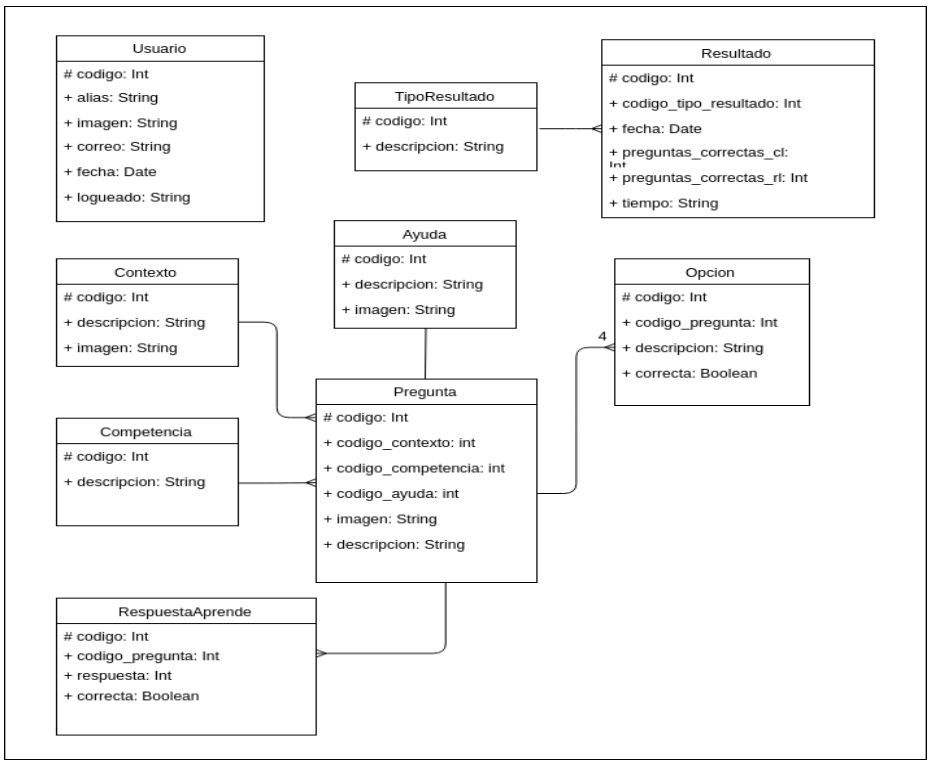


Figura 4. Diagrama entidad-relación

Para conformar el conjunto de enunciados que serán empleados en la aplicación se utilizó como fuente de información el Cuadernillo Examen UdeA[9] para la modalidad Aprende, ésta es una guía que se encuentra disponible en la web donde se desarrollan ejemplos de los modelos comunes que se encuentran en la prueba, correspondiente a las competencias de razonamiento lógico y comprensión lectora y cuyo objetivo es familiarizar al aspirante con aspectos concretos de la prueba.

Actualmente se está empleando la misma base de datos para la modalidad Simulación, sin embargo, se espera que en un corto lapso de tiempo el Departamento de Admisiones de la Universidad de Antioquia provea las preguntas oficiales utilizadas en exámenes anteriores para poder alimentar la base de datos con preguntas confiables para los usuarios.

3.3 Implementación

Se realizó una aplicación móvil para la versión de Android 7.0 (API 24 Nougat) con soporte hasta la versión 4.1 (API 16 Jelly Bean), para smartphones y tablets, usando el IDE Android Studio versión 2.3.1.

Como diseño arquitectónico de la aplicación se usó un modelo en capas que permite separar lógica de la aplicación de la interfaz de usuario, de este modo se tiene la capa de interfaz gráfica, la capa de aplicación y la capa de perdurabilidad o acceso a los datos. Figura 5

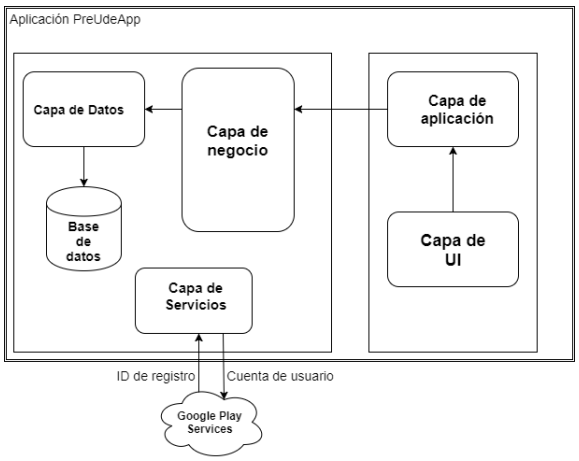


Figura 5. Arquitectura de la aplicación

El diseño de la interfaz y la lógica de la aplicación se desarrollaron según la tecnología del IDE utilizado. Además con el fin de proporcionar una vista más estética de la aplicación, se empleó la normativa de diseño Material Design [15] desarrollada por Google para el sistema operativo Android.

Por otro lado, se sacó provecho de la posibilidad que ofrece Android Studio de usar Fragments, que permiten realizar diseños dinámicos y flexibles para los diferentes dispositivos al reutilizar el código.

Para la persistencia de los datos se usó una base de datos local que proporciona el sistema operativo del dispositivo (Android) llamada SQLite, esta implementación se realizó con el fin de que la aplicación se pueda usar sin tener conexión a internet.

Una vez realizada la búsqueda de las fuentes que contienen los enunciados necesarios para conformar la base de datos, se procedió a la creación de las tablas e inserción de cada elemento en ellas. La Script 1, es un ejemplo de uno de los scripts que fueron utilizados para generar la base de datos.

```
CREATE TABLE Pregunta (codigo INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT NOT NULL
UNIQUE, codigo_contexto INTEGER, codigo_competencia INTEGER NOT NULL, descripcion
TEXT NOT NULL, imagen TEXT, codigo_ayuda TEXT);
INSERT INTO pregunta (codigo_competencia, descripcion, imagen) VALUES (2, 'Se marcan n
puntos: 1, 2... n sobre una circunferencia, y se ubican a igual distancia unos de otros.  Si el punto
marcado 15 está directamente opuesto al marcado 49, el número de puntos marcados en la
circunferencia es: ', 'R.mipmap.im21');
```

Script 1. Creación e inserción de una tabla en la base de datos.

Finalmente, para facilitar el desarrollo de ciertas funcionalidades o mejorar la apariencia de la aplicación se usaron las librerías que se listan a continuación:

-Google Play Services[16]: que proporciona una interfaz para el logueo de los usuarios a la aplicación de forma fácil y segura.
-Android CardView[17] y RecyclerView[18]: que permiten mostrar grandes conjuntos de datos en listas que reciclan el código haciendo la aplicación más flexible y agradable para el usuario.
-BubbleView[19], MPAndroidChart[20] y Plain-pie[21]: librerías publicadas en la página web de Android Arsenal en la cual se pueden encontrar además de lista de librerías, también herramientas,

frameworks y otros recursos para aplicaciones Android. En esta ocasión se utilizó para crear gráficos de datos en la opción del historial.

3.4 Validación

Una vez terminado el desarrollo de la aplicación, se procedió a realizar la validación con el tutor de las funcionalidades que ésta debería cumplir. Para ello se hizo una lista de chequeo de las historias de usuario propuestas en el diseño y aquellas que fueron implementadas en la solución; como se puede ver en la Tabla 2, la implementación de cada historia fue validada por parte del tutor del proyecto.

Tabla 2. Validación de historias de usuario

VALIDACIÓN HISTORIAS DE USUARIO			
ID HISTORIA	DESCRIPCIÓN	IMPLEMENTADA	
		SI	NO
HU-001	Registrar Usuario	x	
HU-002	Consultar Historial	x	
HU-003	Elegir modo de estudio	x	
HU-004	Elegir competencia	x	
HU-005	Aprende	x	
HU-006	Realizar simulación	x	
HU-007	Informar fecha de examen	x	
HU-008	Actualizar fecha	x	
Realizado por:	Maria Alejandra Celemín R.		
	Liseth Jazmín Rendón A.		
Validado por:	Juan Jaiber Yepes Z.		

4. RESULTADOS

Como resultado se obtuvo una aplicación llamada *Camino a la UdeA*, en la cual se puede simular en tiempo real el examen de admisión de la Universidad de Antioquia. Para empezar a utilizar la aplicación se debe

ingresar con una cuenta de Gmail, de modo tal que una vez logueado se carga la información del usuario como se ve en la Figura 6 y además se muestra un mensaje con el tiempo que le queda antes de presentar la prueba, el cual es calculado según la fecha que el usuario ingresa previamente.

Figura 6. Vista inicial de la aplicación

La aplicación cuenta con un menú lateral, el cual está dividido en tres secciones como se observa en la Figura 7, las dos primeras corresponden a la modalidad de estudio en la que se desea practicar (Aprende y/o Simulación) y la tercera sección contiene las opciones de la aplicación.

Figura 7. Menú de la aplicación

En el modo Aprende se cuenta con dos categorías para elegir el tipo de competencia (razonamiento lógico o comprensión lectora), en él se tiene acceso a una ayuda donde el usuario puede conocer el procedimiento para

llegar a la respuesta o la razón por la cual una opción específica es considerada la correcta; una vez seleccionada una de las dos categorías se muestra un tablero con el número de preguntas, en donde se van resaltando en color verde las que ya han sido estudiadas, ver Figura 8.

Al responder una pregunta se le indica inmediatamente al usuario la respuesta correcta cambiando el color de la opción a verde si la respuesta es satisfactoria o se cambia a rojo si por el contrario es errónea. La ayuda proporcionada a la pregunta actual se puede visualizar seleccionando el botón que tiene una lupa ubicado en la parte inferior izquierda, como se observa en la Figura 9.

Figura 8. Modalidad Aprende

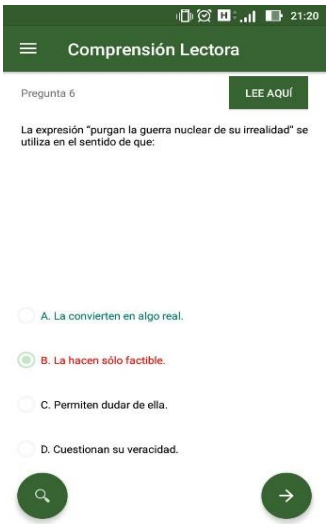


Figura 9. Modalidad Aprende

Por otro lado, en el modo Simulación se tienen dos opciones donde se puede elegir el nivel en el que se desea realizar la simulación (principiante o avanzado), el grado de dificultad entre cada nivel radica en el número de preguntas. La tercera sección del menú contiene las opciones de configuración en las que el usuario puede

modificar la fecha del examen que ingresó al momento de loguearse, ver el historial de las simulaciones realizadas o cerrar la sesión actual.

Para dar una idea de cómo se lleva a cabo una simulación usando *Camino a la UdeA*, se tiene la Figura 10 donde el usuario puede visualizar una pregunta tipo selección múltiple y el tiempo que le resta para terminar la prueba, adicionalmente se puede alternar entre un tipo de competencia y otra usando los tabs rotulados con el nombre de la competencia que se desea simular, es decir, comprensión lectora o razonamiento lógico.

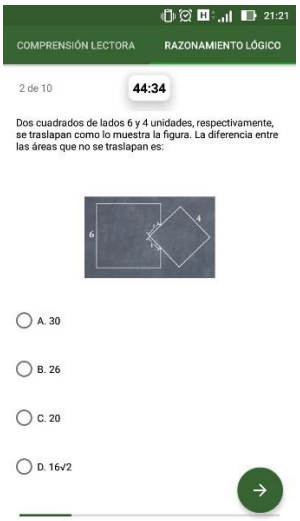


Figura 10. Simulación en smartphone

Por último, cuando se culmina una simulación el usuario puede consultar cómo fue su porcentaje de aciertos, de modo tal que se puede ver el resultado obtenido en cada área y además puede visualizar el histograma que destaca el desempeño de las últimas simulaciones Figura 11.

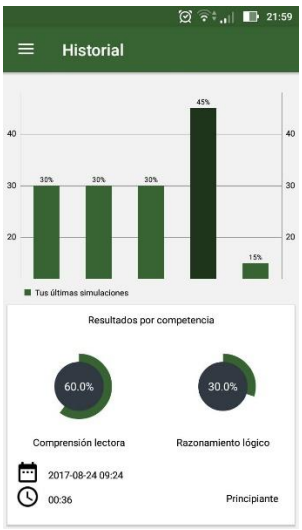


Figura 11. Historial de la simulación

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Se realizó una aplicación móvil para la versión de Android 7.0, llamada *Camino a la UdeA*, la cual tiene como propósito principal simular el examen de admisión de la Universidad de Antioquia y cuenta además con una modalidad donde el usuario puede aprender cómo hallar solución a los tipos de problemas que presenta dicho examen. Dicha aplicación está conformada por una base de datos de 40 enunciados empleados en la modalidad Aprende (20 para razonamiento lógico y 20 para comprensión lectora), y para la modalidad Simulación se cuenta con 78 enunciados distribuidos en 42 preguntas de razonamiento lógico y 36 de comprensión lectora. Cabe anotar que los enunciados para la simulación son provisionales, ya que serán modificados una vez el departamento de Admisiones de la UdeA proporcione los enunciados oficiales.

Además de las dos modalidades que ofrece la aplicación para familiarizarse con la prueba, el usuario podrá configurar la fecha en la que se presentará a la Universidad con el fin de que la aplicación le recuerde cuánto tiempo le queda antes de presentarla; por otro lado, podrá llevar el historial de las simulaciones que haya realizado hasta el momento y así ver su avance en cada tipo de competencia.

Se espera que con el uso de la aplicación *Camino a la UdeA*, el usuario adquiera destreza en las dos áreas que se evalúan para el ingreso a la Universidad de Antioquia, de modo que sea una herramienta de estudio didáctica y que además supla una necesidad social al estar al alcance de aquellas personas que no cuentan con los recursos para acceder a costosos cursos preuniversitarios.

Existen algunas funcionalidades que se esperan adicionar en un futuro a la aplicación con el fin de agregarle valor y ser de más ayuda para los usuarios, entre dichas funciones está crear un servicio de base de datos alojado en la nube que permita la actualización automática de ésta en el caso de que se agreguen más enunciados a la aplicación; y crear un foro donde el usuario pueda interactuar con otros usuarios para compartir dudas y resolverlas a manera de socialización.

Además, una vez se obtengan los enunciados oficiales proporcionados por el departamento de Admisiones y Registro de la Universidad de Antioquia, se procederá a la adecuación y ampliación de la base de datos con el fin de que la aplicación pueda ser publicada en Google Play y pueda ser accedida por los usuarios.

REFERENCIAS

[1] *Guía de inscripción para aspirantes nuevos*, 1st ed. Medellín, 2016, p. 8. http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/a534f8e1-6256-40a5-9395-75675a9a1c74/guia-nuevos.pdf?MOD=AJPERES.

[2] J. FORONDO AND J. IDÁRRAGA, De La Urbe, 2015. *Cada año se presentan más aspirantes a la U de A*. http://delaurbe.udea.edu.co/2015/04/cada-ano-se-presentan-mas-aspirantes-a-la-u-de-a/.

[3] ALMA MATER 664, issuu, 2017. https://issuu.com/periodicoalmamater/docs/alma_mater_664_web.

[4] M. VARGAS L., *'App' ayuda a estudiar para admisión de universidades*, Nacion.com, 2016. http://www.nacion.com/tecnologia/apps/App-ayuda-estudiar-admision-universidades_0_1557044299.html.

[5] GOOGLE PLAY, 2016. *Quiziz U (UCR TEC) Costa Rica*. https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.universidadescr.app.

[6] A. LING, unocero, 2016. *Esta app te ayudará a pasar el examen de admisión de la UNAM.* https://www.unocero.com/2016/04/07/esta-app-te-ayudara-a-pasar-el-examen-de-admision-de-la-unam/.

[7] GOOGLE PLAY, 2016. *Examen Universidad*. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Poluux.examenunam&hl=es_419.

[8] UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA: RED RECTORES - SEDE MEDELLÍN, 2017. *Simulacro de Admisión*. http://investigacionyextension.medellin.unal.edu.co/redrectores/estudiantes/simulacro-de-admision.html.

[9] M. RUA, 2012. *Cuadernillo examen udea*. http://es.slideshare.net/maolink/cuadernillo-examen-udea.

[10] APRENDEENLINEA, 2017. *Admisiones UdeA: Universidad de Antioquia*, http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/admision/course/index.php?categoryid=4.

[11] A. ZEVALLOS, *Exámenes de Admisión UdeA Resueltos - Universidad de Antioquia*, Blog del Profe Alex, 2014. http://profe-alexz.blogspot.com.co/2013/04/examen-admision-udea-universidad-antioquia.html.

[12] TAREASPLUS, 2016. *Preparación Examen de Admisión UdeA 2017-01*, https://examenes.tareasplus.com/Examen-de-Admision-UdeA/Preuniversitario-UdeA.

[13] PROYECTOS ÁGILES, 2017. *Qué es SCRUM*. https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/.

[14] PROTO.IO, 2016. *Proto.io - Prototypes that feel real*. https://proto.io/.

[15] MATERIAL DESIGN GUIDELINES, 2016. *Introduction - Material design - Material design guidelines*, https://material.google.com/.

[16] GOOGLE DEVELOPERS, 2016. *Integrating Google Sign-In into Your Android App*. https://developers.google.com/identity/sign-in/android/sign-in.

[17] ANDROID DEVELOPERS. 2017. *CardView*. https://developer.android.com/reference/android/support/v7/widget/CardView.html.

[18] ANDROID DEVELOPERS. 2017. *RecyclerView*. https://developer.android.com/reference/android/support/v7/widget/RecyclerView.html.

[19] ANDROID ARSENAL, 2016. *BubbleView*. https://android-arsenal.com/details/1/2609.

[20] ANDROID ARSENAL, 2017. *MPAndroidChart-Realm*. https://android-arsenal.com/details/1/3838

[21] ANDROID ARSENAL, 2017. *Plain*-pie. Android Arsenal, 2017. https://android-arsenal.com/details/1/3689.

ROBÓTICA Y COMUNICACIÓN

OPTIMIZACIÓN DE CONTROLADORES PI DISCRETOS UTILIZANDO ALGORITMOS PSO PARA LA REGULACIÓN DE VOLTAJE EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN

HELBERT EDUARDO ESPITIA
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
heespitiac@udistrital.edu.co
GUZMÁN DÍAZ GONZÁLEZ
Universidad de Oviedo Oviedo
guzman@uniovi.es
SUSANA IRENE DÍAZ
Universidad de Oviedo Oviedo
sirene@uniovi.es

RESUMEN

Los sistemas de distribución presentan alteraciones en el perfil de tensiones en sus nodos cuando se instalan elementos de generación distribuida haciendo que en algunos nodos se eleve la tensi´on, la cual puede llegar a estar por encima de lo admisible. Esto se ve afectado de forma considerable cuando se tiene conectado al sistema una fuente de energ´ıa e´olica la cual presenta una generación variable, haciendo que la tensi´on en los nodos de la red oscile.

En este documento se propone la optimización de controladores PI discretos para tres generadores localizados en la red de energ´ıa. Para la optimización se consideran tres configuraciones cl´asicas del algoritmo de optimización basado en enjambre de part´ıculas. Los resultados muestran un desempeño adecuado de los controladores optimizados.

ABSTRACT

The distribution systems present alterations in the voltage profile at their nodes when distributed generation elements are installed, causing some nodes to raise the voltage, which may be higher than the allowable. This is considerably affected when a wind power source is connected to the system which presents a variable generation, causing the voltage in the nodes of the network to oscillate.

This document proposes the optimization of discrete-time PI controllers for three generators located in the power grid. For optimization, three classical configurations of the optimization algorithm based on swarm of particles are considered. The results show adequate performance of the optimized controllers.

PALABRAS CLAVES

Control; energía eólica; optimización; enjambre de partículas.

KEYWORDS

Control; wind power; optimization; particles swarm.

1. INTRODUCCIÓN

Entre los diferentes recursos energéticos renovables, la energía eólica ha tenido un rápido desarrollo representando una contribución significativa en sistemas de energía eléctrica [1], [2]. Los avances en la generación de energía eólica, tanto técnica como económicamente, han dado lugar a un aumento del empleo de esta fuente de energía renovable para la generación de electricidad en muchos países desarrollados [3], mostrado un rápido crecimiento como una fuente de energ´ıa limpia e inagotable en todo el mundo [4].

Sin embargo, al igual que otras fuentes de energía renovables como la energía solar, la energía eólica tiende a ser inestable puesto que la velocidad del viento es influenciada por las condiciones naturales y meteorológicas [5]. Al respecto, es importante tener presente que la potencia fluctuante de parques eólicos puede afectar el funcionamiento de las redes interconectadas [6]. En [7] se muestra que la potencia de salida puede tener subidas empinadas y bajadas bruscas durante el día.

Con el fin de evitar impactos destructivos sobre la estabilidad de las redes eléctricas se debe tener la capacidad de gestionar la naturaleza intermitente de la energía eólica y las grandes fluctuaciones producidas por el comportamiento estocástico de las condiciones meteorológicas [5]. De esta forma se pueden requerir algunas medidas para suavizar la fluctuación de salida para tener un sistema de energía fiable

[8].

En este trabajo se examina el efecto que tiene la optimización de tres controladores PI (Proporcional Integral) colocados respectivamente en generadores localizados en la red de energía. Para el proceso se utiliza el algoritmo de optimización basado en enjambre de partículas considerando tres configuraciones clásicas. Aunque la disposición de los controladores se realiza de forma distribuida, es decir, independiente para cada generador, al momento de realizar los cálculos del flujo de carga se presenta una interacción entre ellos. Los resultados muestran un desempeño adecuado de los controladores optimizados.

2. OPERADOR DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución de electricidad son parte una parte critica en la infraestructura ya que permiten llevar la electricidad a los hogares y empresas. El ofrecer un servicio continuo y estable es una función esencial de los operadores de la red de distribución (*Distribution Network Operators* DNOs) para asegurar que los los hogares y las empresas sean capaces de funcionar.

La incorporación de la generación distribuida (*Distributed Generation* DG) en las redes de distribución produce efectos importantes sobre el funcionamiento tradicional de este sistema. Las redes de distribución existentes est´an diseñadas para ser pasivas proporcionando el transporte de electricidad con un nivel m´ınimo de control, seguimiento y supervisi´on. De la misma forma tampoco fueron diseñadas para incorporar generación con voltajes m´as bajos. Por lo tanto, la DG introduce nuevos retos para los DNOS pero tambi´en oportunidades que reflejan los beneficios econ´omicos derivados de las redes m´as activas [9].

CÁLCULO DE FLUJO DE CARGA

En la ingenier´ıa el´ectrica, el estudio del flujo de potencia es una herramienta importante que implica el an´alisis num´erico aplicado a un sistema de energ´ıa [10]. Estos estudios de flujo de carga se utilizan para asegurar que la transferencia de energ´ıa el´ectrica de los generadores a los consumidores a trav´es de la red sea estable, fiable y econ´omica. Los c´alculos del flujo de carga permiten establecer los valores de potencia y tensi´on en un sistema de energ´ıa segu´n la capacidad de regulación de los generadores, condensadores y transformadores [11]. La eficiencia de los algoritmos que permiten establecer el flujo de potencia es de suma importancia, ya que en un estudio de optimización se requieren numerosas estimaciones del flujo de potencia. El m´etodo de barrido de atras/adelante (*Backward/Forward Sweep* BFS) corresponde a la t´ecnica m´as empleada para establecer los flujos de potencia para redes de topolog´ıa radial.

3. ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN BASADOS EN ENJAMBRES

El concepto de optimización basada en enjambres de part´ıculas (*Particle Swarm Optimization*) fue propuesto por James Kennedy y Russell Eberhart en [12] considerando el comportamiento social de bandadas de aves. Con este enfoque, el objetivo de estudiar el comportamiento colectivo de los animales consiste en desarrollar eficientes algoritmos de optimización.

El esquema general de un algoritmo de optimización basado en enjambres de part´ıculas PSO (*Particle Swarm Optimization*) se puede apreciar en la figura 1.

En la figura 1 se aprecia que el primer paso consiste en inicializar el enjambre en el espacio solución, luego se evalu´a el desempeño de cada individuo (*fitness*). El paso siguiente consiste en determinar el mejor desempeño individual y colectivo. Mediante el c´alculo de la velocidad y posición se realiza el desplazamiento de cada individuo a la nueva posición, este proceso se repite hasta cumplir algu´n criterio de finalización.

Un algoritmo b´asico PSO est´a regido por las ecuaciones de velocidad y posición [13], la velocidad se puede establecer con la ecuación 1.

$$\vec{v}_i[n+1] = \vec{v}_i[n] + \beta_{pi}(\vec{x}_{p_i} - \vec{x}_i[n]) + \beta_{gi}(\vec{x}_g - \vec{x}_i[n]) \quad (1)$$

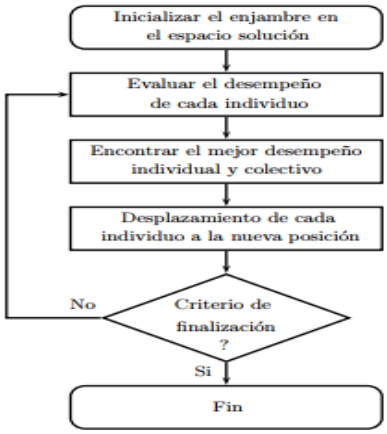


Figura 1: Esquema general del algoritmo PSO.

La posición de cada individuo se puede calcular como:

$$\vec{x}_i[n+1] = \vec{x}_i[n] + \vec{v}_i[n+1] \tag{2}$$

En estas ecuaciones $i = 1,2,\ldots,N$ es el ´ındice de cada individuo, $n = 1,2,3,\ldots,T_{\text{máx}}$ corresponde al Índice de tiempo discreto, $\overrightarrow{v_i}$ la velocidad del *i*-ésimo individuo, $\vec{x}$ posición del *i*-ésimo individuo, p_i mejor evaluación encontrada por el *i*-ésimo individuo, g mejor evaluación encontrada por el enjambre, $\overrightarrow{x_{pi}}$ mejor posición encontrada por el *i*-´esimo individuo (cognitivo), $\overrightarrow{x_{gi}}$ mejor posición encontrada por el enjambre (social) y β_{pi}, β_{gi} números aleatorios en el intervalo [0,1] asociado al *i*-ésimo individuo.

ALGORITMO PSO CON FACTOR DE INERCIA

En este caso el algoritmo PSO incorpora un factor de inercia teniendo la ecuación:

$$\vec{v}_i[n+1] = w\vec{v}_i[n] + \alpha_p[\beta_{pi}(\vec{x}_{p_i} - \vec{x}_i[n])] + \alpha_g[\beta_{gi}(\vec{x}_g - \vec{x}_i[n])] \tag{3}$$

Donde *w* es un valor de inercia, α_p constante de aceleraci´on de la parte social y α_g aceleración de la parte cognitiva. Según el análisis realizado en [14] considerando los parámetros PSO = [w,α_p,α_g] se tienen dos recomendaciones para este algoritmo PSO-1 = [0,600 1,7 1,7] y PSO-2 = [0,729 1,494 1,494].

Algoritmo PSO con factor de restricción

Un método que busca tener un equilibrio entre búsquedas globales y locales incluye un factor de constricción χ. Este fue estudiado simultáneamente con el método de inercia en [15]. La ecuación de velocidad incluyendo este término toma la forma.

$$\vec{v}_i[n+1] = \chi\left(\vec{v}_i[n] + \alpha_p[\beta_{pi}(\vec{x}_{p_i} - \vec{x}_i[n])] + \alpha_g[\beta_{gi}(\vec{x}_g - \vec{x}_i[n])]\right) \tag{4}$$

Donde se tiene el factor de restricción:

$$\chi = \frac{2}{\left|2 - \varphi - \sqrt{\varphi^2 - 4\varphi}\right|} \tag{5}$$

Siendo $\varphi = \alpha_p + \alpha_g$. Según el análisis realizado en [16] una configuración adecuada de parámetros corresponde a $\varphi = 4,1$ con $\alpha_p = \alpha_g = 2,05$ teniendo $\chi \approx 0,72984$.

4. VARIACIONES DEL ALGORITMO PSO

Sobre algunas variaciones y mejoras del algoritmo PSO, en [17] se incluye un operador de turbulencia en el algoritmo PSO como una variable estoc´astica de locura, permitiendo mantener la diversidad de la poblaci´on lo cual tiene la misma funci´on que un operador de mutaci´on en un algoritmo evolutivo [18], [19]. Otra propuesta consiste en el algoritmo TPSO (*Turbulence in the Particle Swarm Optimization*) donde se incluye la turbulencia evitar la convergencia prematura impulsando las part´ıculas estancadas a nuevos espacios de

bu´squeda [20]. Un enfoque adicional consiste en la perturbaci´on al enjambre proporcional a la distancia entre algunas part´ıculas ayudando al enjambre a escapar de m´ınimos locales [21], [22]. A continuaci´on se realiza la descripci´on de otras propuestas de algoritmos basados en enjambres de part´ıculas.

4.1. Algoritmo PSA

Sobre variaciones del algoritmo PSO, en [23], donde se realiza la analogía del comportamiento de un fluido en un sumidero (drenaje) formando un vórtice. Este algoritmo se denomina *Particle Swirl Algorithm* (PSA). En este algoritmo se considera que las partículas tienen dos velocidades, una radial y otra tangencial de la forma:

$$u_r = \frac{\dot{V}/L}{2\pi r} \tag{6}$$

$$u_\theta = \frac{\Gamma}{2\pi r} \tag{7}$$

Donde V/L˙ es el flujo volumétrico por unidad de profundidad, Γ es la circulación y r la distancia desde el vórtice. En esta propuesta la posici´on del v´ortice se localiza en el punto del mejor individuo del enjambre y se considera que la altura del fluido baja a medida que se acerca a un mínimo.

4.2. Algoritmo PSO con elementos de mecánica cuántica

Otra propuesta denominada QPSO (*Quantum Particle Swarm Optimization*) se realizada en [24], incorporando elementos de mecánica cuántica donde el estado de las part´ıculas es descrito mediante la ecuaci´on de onda $\psi(\sim x,n)$ que proviene de la ecuaci´on de Schrodinger, el comportamiento dinámico de la part´ıcula difiere del enfoque convencional PSO ya que la posición $\sim x_i$ y velocidad $\sim v_i$ de la part´ıcula no se pueden conocer simult´aneamente. La probabilidad para que la part´ıcula pueda aparecer en la posici´on $\sim x_i$ est´a dada por la funci´on de densidad de probabilidad $|\psi(\sim x,n)|^2$ que depende del campo potencial asociado a la part´ıcula $\sim x_i$.
Empleando el m´etodo de Monte Carlo se puede calcular la posici´on de las part´ıculas mediante la siguiente ecuaci´on iterativa:

$$\vec{x}_i[n+1] = \begin{cases} \vec{p} + \beta|\vec{M}_{best} - \vec{x}_i[n]|\ln(1/u), & \text{si; } k \geq 0,5 \\ \vec{p} - \beta|\vec{M}_{best} - \vec{x}_i[n]|\ln(1/u), & \text{si; } k < 0,5 \end{cases} \tag{8}$$

Donde β es un par´ametro denominado coeficiente de contracción expansión, por su parte u y k son valores generados de acuerdo a una distribución de probabilidad uniforme en el rango [0,1]. El punto global de la población llamado mejor promedio $\overrightarrow{M_{best}}$ (*Mean Best*) es definido como como la media de las mejores posiciones $\overrightarrow{P_{best}}$ de todas las partículas y está dado por:

$$\vec{M}_{best} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \vec{p}_{best,i}[n] \tag{9}$$

En este caso el atractor local que garantiza la convergencia del algoritmo PSO tiene las siguientes coordenadas:

$$\vec{p} = \frac{c_1\vec{p}_i + c_2\vec{p}_g}{c_1 + c_2} \tag{10}$$

4.3 Algoritmo PSO con elementos del oscilador armónico

El algoritmo de enjambres que incorpora elementos del oscilador armónico es llamado HQPSO (Harmonic Quantum Particle Swarm Optimization) [24]. Este algoritmo emplea funciones potenciales para lograr que los estados de las partículas se muevan en un ambiente cuántico. Una distribución potencial común en mecánica cuántica corresponde al oscilador arm´onico:

$$V(\vec{x}) = \frac{k|\vec{x}|^2}{2} \tag{11}$$

Al considerar el anterior potencial empleando el método de Monte Carlo se obtiene la siguiente ecuación iterativa:

$$\vec{x}[n+1] = \begin{cases} \vec{p} + \beta\frac{1}{0{,}47694g}|\vec{M}_{best} - \vec{x}_i(t)|\sqrt{\ln(1/u)}, & \text{si; } k \geq 0,5 \\ \vec{p} - \beta\frac{1}{0{,}47694g}|\vec{M}_{best} - \vec{x}_i(t)|\sqrt{\ln(1/u)}, & \text{si; } k < 0,5 \end{cases} \tag{12}$$

Para el caso g es una constante tal que g > 0.

4.4. Algoritmo caótico de optimización basado en enjambres

Una variaci´on denominada algoritmo ca´otico de optimizaci´on basado en enjambres de part´ıculas (*Chaotic Particle Swarm Optimization* CPSO) se propone en [25], donde se incluye un factor de inercia adaptativo (*Adaptive Inertia Weight Factor* AIWF). En este trabajo se expone que el caos es la principal caracter´ıstica de los sistemas no lineales lo cual depende de las condiciones iniciales produciendo movimientos con periodos infinitos siendo este principio utilizado en el algoritmo propuesto.

El factor de inercia adaptativo w_i depende de la función objetivo $J(\tilde{x})$ evaluada para la posici´on actual del individuo $J_i = J(\tilde{x}_i)$ y las mejores posiciones p_{best} y g_{best}. Considerando un valor m´ınimo $w_{m´ın}$, el factor de inercia adaptativo es:

$$w_i[n] = w_{\min} + \frac{J_{p_{best}}[n]}{J_i[n]}\frac{|J_i[n] - J_{p_{best}}[n]|}{|J_i[n] - J_{g_{best}}[n]|} \tag{13}$$

4.5 Búsqueda local caótica

En [25] se propone que ´orbitas ca´oticas erg´odicas de un sistema dinámico pueden alcanzar eventualmente un punto ´optimo en una funci´on objetivo lo cual permite una buena aproximación al problema de optimizaci´on con una alta probabilidad. Este principio se utiliza en el algoritmo PSO con b´usqueda local ca´otica (Chaotic Local Search CLS), donde se incorpora para la n-ésima iteración la variable ca´otica cxi[n], la cual se determina como:

$$cx_i[n] = \left| \frac{\vec{x}_i[n] - \vec{x}_{worst,i}[n]}{\vec{x}_{best,i}[n] - \vec{x}_{worst,i}[n]} \right| \tag{14}$$

Considerando la i-ésima partícula en la n-ésima iteración, $\overrightarrow{x_i}$[n] es la posición actual, $\overrightarrow{x_{worst,i}}$[n]es la posición que produce el peor resultado de la funci´on objetivo y $\overrightarrow{x_{best,i}}$[n] es la posici´on que tiene asociado el mejor resultado. La ecuación iterativa para la variable caótica es:

$$cx_i[n+1] = \begin{cases} 2cx_i[n], & 0 < cx_i[n] \leq 1/2 \\ 2(1 - 2cx_i[n]), & 1/2 < cx_i[n] \leq 1 \end{cases} \tag{15}$$

Finalmente la siguiente posición de la partícula se puede determinar como:

$$\vec{x}_i[n+1] = \vec{x}_i[n] + cx_i[n+1]\Delta\vec{E}_i[n] \tag{16}$$

Donde $\Delta\overrightarrow{E_i}\,[n]$ representa el error de la i-ésima partcula.

5. MODELO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

El modelo de red radial considerado, se puede apreciar en la figura 2 donde se presenta la numeraci´on de los nodos. Este sistema se encuentra compuesto por 33 nodos, los generadores se encuentran localizados en los nodos 18, 22 y 33. Los valores de impedancias para las l´ıneas del sistema de distribuci´on son presentados en la tabla 1. Por su parte, las potencias de carga para cada nodo se pueden apreciar en la tabla 2 donde se tienen las variables P1, P2 y P3 las cuales corresponden a las potencias (en una escala normalizada) que los generadores entregan a la red. Tambi´en se debe tener presente que el bus central (de referencia) considerado corresponde al número 1.

6. SISTEMA DE CONTROL

El sistema propuesto se encuentra compuesto por tres controladores de tipo PI (Proporcional Integral), este sistema de control se puede observar en la figura 3. Como es de apreciar se consideran las respectivas potencias entregadas a la red P_1, P_2 y P_3, las cuales corresponden a las acciones de control. Por su parte, se tienen los voltajes medidos V_1, V_2 y V_3 en los nodos 18, 22 y 33 respectivamente.
Los valores de los voltajes de los nodos se encuentran dados por unidad de tal forma que las referencias r_1, r_2 y r_3 corresponden a un valor de 1.
El conjunto de par´ametros de este sistema de control a ser optimizado corresponde a:

$$X = [K_{p1}, K_{i1}, K_{p2}, K_{i2}, K_{p3}, K_{i3}] \quad (17)$$

Tabla 1: Impedancias de la red.

Linea	Bus de entrada	Bus de salida	Resistencia	Reactancia
1	1	2	0.0922	0.0470
2	2	3	0.4930	0.2511
3	3	4	0.3660	0.1864
4	4	5	0.3811	0.1941
4	5	6	0.8190	0.7070
6	6	7	0.1872	0.6188
7	7	8	0.7114	0.2351
8	8	9	1.0300	0.7400
9	9	10	1.0440	0.7400
10	10	11	0.1966	0.0650
11	11	12	0.3744	0.1238
12	12	13	1.4680	1.1550
13	13	14	0.5416	0.7129
14	14	15	0.5910	0.5260
15	15	16	0.7463	0.5450
16	16	17	1.2890	1.7210
17	17	18	0.7320	0.5740
18	2	19	0.1640	0.1565
19	19	20	1.5042	1.3554
20	20	21	0.4095	0.4784
21	21	22	0.7089	0.9373
22	3	23	0.4512	0.3083
23	23	24	0.8980	0.7091
24	24	25	0.8960	0.7011
25	6	26	0.2030	0.1034
26	26	27	0.2842	0.1447
27	27	28	1.0590	0.9337
28	28	29	0.8042	0.7006
29	29	30	0.5075	0.2585
30	30	31	0.9744	0.9630
31	31	32	0.3105	0.3619
32	32	33	0.3410	0.5302

Tabla 2: Potencias de carga de la red.

Bus	Real	Reactiva
1	0	0
2	100	60
3	90	40
4	120	80
5	60	30
6	60	20
7	200	100
8	200	100
9	60	20
10	60	20
11	45	30
12	60	35
13	60	35
14	120	80
15	60	10
16	60	20
17	60	20
18	$-P_5$	0
19	90	40
20	90	40
21	90	40
22	$-P_5$	0
23	90	50
24	420	200
25	420	200
26	60	25
27	60	25
28	60	20
29	120	70
30	200	600
31	150	70
32	210	100
33	$-P_5$	0

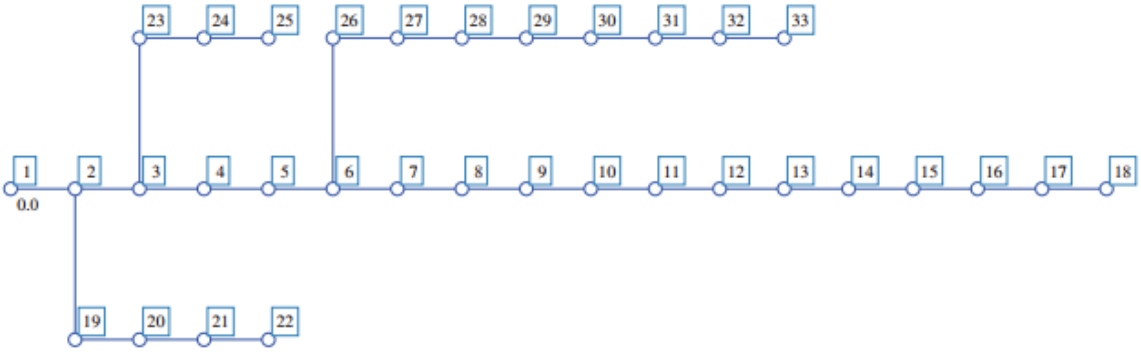


Figura 2: Modelo de la red considerada.

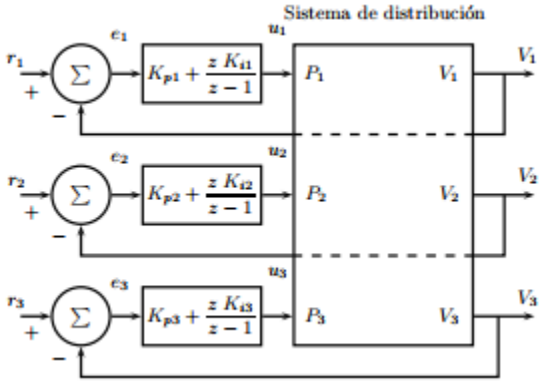


Figura 3: Sistema de control PI propuesto.

7. PROCESO DE OPTIMIZACIÓN

El proceso empleado para realizar la optimización de los controladores PI se puede apreciar en la figura 4.

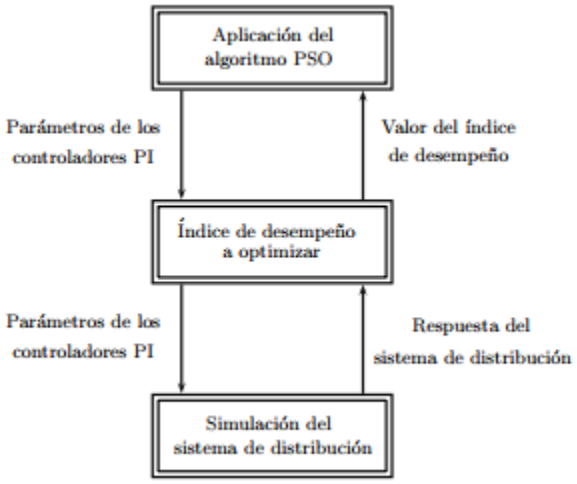


Figura 4: Proceso para optimización de los controladores.

En este proceso el algoritmo de optimización eval´ua una posible configuración de par´ametros en la función objetivo la cual se establece realizando la respectiva simulaci´on de la red de distribuci´on con el sistema de control para los respectivos par´ametros. El ´ındice de desempe˜no utilizado para la optimizaci´on de los controladores considera la acci´on de control y la regulaci´on que se realiza de la salida del sistema [26]. La funci´on objetivo empleada se puede calcular como:

$$J(X) = \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{3} \left(q(e_m[n, X])^2 + p(u_m[n, X])^2\right) \tag{18}$$

En esta ecuaci´on se tiene que: J: Funci´on objetivo que depende de X. X: Conjunto de par´ametros del controlador. n: ´Indice de tiempo discreto. m: ´Indice para los controladores. q: Factor de ponderaci´on del error ∈ R +. p: Factor que pondera la acci´on de control ∈ R +. e[n, X]: Corresponde a la se˜nal de error. u[n, X]: Energ´ıa suministrada. N: N´umero total de datos tomados. Considerando lo reportado en [14] y [15] se emplean dos configuraciones el algoritmo PSO para el factor de inercia y una para el factor de restricci´on las cuales se pueden apreciar en la tabla 3.

En esta ecuación se tiene que:

- *J*: Función objetivo que depende de *X*.
- *X*: Conjunto de parámetros del controlador.
- *n*: Índice de tiempo discreto.
- *m*: Índice para los controladores.
- *q*: Factor de ponderación del error ∈ R^+.

- p: Factor que pondera la acción de control $\in R^{+}$.
- $e[n,X]$: Corresponde a la señal de error.
- $u[n,X]$: Energía suministrada.
- N: Número total de datos tomados.

Considerando lo reportado en [14] y [15] se emplean dos configuraciones el algoritmo PSO para el factor de inercia y una para el factor de restricci´on las cuales se pueden apreciar en la tabla 3.

Tabla 3: Configuración de parámetros del algoritmo PSO

Configuración	χ	w	α_p	α_g
PSO-S1	1	0,600	1,7	1,7
PSO-S2	1	0,729	1,494	1,494
PSO-S3	0,72984	1	2,05	2,05

8. RESULTADOS

Convencionalmente para la optimaci´on con algoritmos bioinspirados se realizan 50 corridas con cada configuración de parámetros [27]. En la tabla 4 se pueden observar los valores estadísticos de los resultados obtenidos para las 50 ejecuciones del algoritmo PSO. En esta tabla se presenta el valor m´aximo, m´ınimo, la media y la desviación estándar (Standard Deviation STD).

Tabla 4: Estadísticos de los resultados obtenidos

Medida	PSO-S1	PSO-S2	PSO-S3
Máx	0,0296444	0,0296506	0,0296504
Mín	0,0296444	0,0296444	0,0296444
Media	0,0296444	0,0296449	0,0296447
STD	$1{,}0241\times10^{-8}$	$1{,}1875\times10^{-6}$	$8{,}7544\times10^{-7}$

Con el fin de presentar los resultados de forma cualitativa se emplea la mejor configuración obtenida para realizar la simulación del sistema de distribución, obteniendo las figuras 5 y 6.

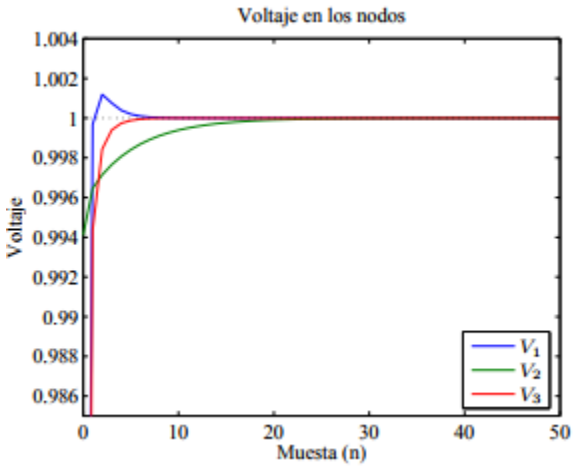


Figura 5: Voltaje de los nodos controlados.

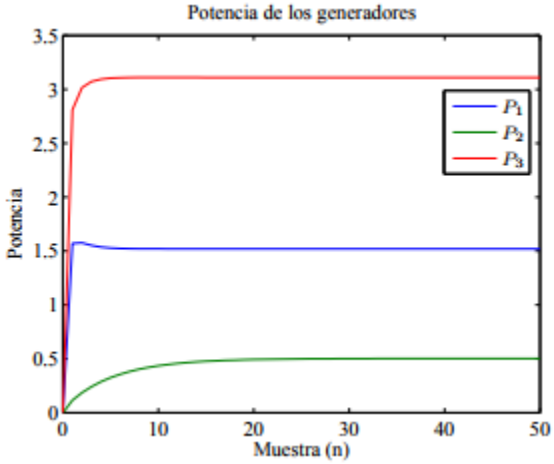


Figura 6: Potencia suministrada en los nodos.

En la figura 5 se presenta la respuesta de los controladores, donde se observa el voltaje de salida para los respectivos nodos. Por su parte, en la figura 6 se puede apreciar la potencia suministrada en los correspondientes nodos.

Como es de notar se logra realizar la regulaci´on del voltaje en los nodos considerados; tambi´en en esta simulaci´on se observa la din´amica de los controladores y la energ´ıa suministrada a la red.

9. CONCLUSIONES

En esta implementaci´on fue posible realizar la optimizaci´on de los par´ametros de los controladores colocados en el sistema de distribuci´on.

Aunque los controladores se disponen de forma distribuida para cada generador, estos presentan una interacci´on entre ellos dada propiamente por la red de distribuci´on.

Se observa un adecuado comportamiento din´amico del sistema de distribuci´on con los controladores optimizados.

En trabajos posteriores se puede incluir en el modelo de la planta (sistema de distribuci´on) la variaci´on del viento como tambi´en de la carga y el costo de la energ´ıa suministrada a la red.

Tambi´en en un trabajo posterior se observa la posibilidad de emplear un sistema supervisado para realizar el control de flujo de potencia.

10. REFERENCIAS

[1] S. Mathew. 2006. Wind Energy, Fundamentals, Resource Analysis and Economics. *Berlin, Germany: Springer-Verlag*.

[2] S. Heier, R. Waddington. 2006. Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. *2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley*.

[3] A. Khatamianfar, M. Khalid, A. V. Savkin, V. G. Agelidis. 2013. Improving Wind Farm Dispatch in the Australian Electricity Market With Battery Energy Storage Using Model Predictive Control. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, vol. 4, no. 3, pp. 745-755.

[4] S. Teleke, M. E. Baran, A. Q. Huang, S. Bhattacharya, L. Anderson. 2009. Control Strategies for Battery Energy Storage for Wind Farm Dispatching. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 24, no. 3, pp. 725-732.

[5] X. Y. Wang, D. M. Vilathgamuwa, S. S. Choi. 2008. Determination of battery storage capacity in energy buffer for wind farm. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 23, no. 3, pp. 868-878.

[6] H. Holttinen, R. Hirvonen. 2005. Power system requirements for wind power. *Wind Power in Power Systems*, T. Ackermann, Ed. New York: Wiley, pp. 143-167.

[7] C. Han, A. Q. Huang, M. E. Baran, S. Bhattacharya, W. Litzenberger, L. Anderson, A. L. Johnson, A.-A. Edris. 2008. STATCOM impact study on the integration of a large wind farm into a weak loop power system. *IEEE Transactions Energy Conversion*, vol. 23, no. 1, pp. 226-233.

[8] P. Lundsager, E. I. Barring-Gould. 2005. Isolated systemswith wind power. *Wind Power in Power Systems*, T. Ackermann, Ed. New York:Wiley, pp. 299-329.

[9] Karim L. Anaya, Michael G. Pollitt. 2015. Distributed Generation: Opportunities for Distribution Network Operators, Wider Society and Generators. *Cambridge Working Paper in Economics* CWPE-1505.

[10] C. Sreenivasulu, G. Madhusudhana Rao, B.V. Sanker Ram. 2013. Reliable Load Flow Solution for Controlling Power Network by FACTS Devices. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol 3, no 1.

[11] K. Krushna Murthy, S.V. Jaya Ram Kumar. 2012.

Three-Phase Unbalanced Radial Distribution Load Flow Method. *International Refereed Journal of Engineering and Science* (IRJES), vol 1, no 1.

[12] E. Russell, J. Kennedy. 1995. Particle swarm optimization. *IEEE Proceedings Neural Networks*, pp. 1942-1948.

[13] L. Dos Santos. 2006. A quantum particle swarm optimizer with chaotic mutation operator. *Chaos Solitons & Fractals*, vol. 37, no. 5.

[14] I. Trelea. 2003. The particle swarm optimization algorithm: Convergence analysis and parameter selection. *Information Processing Letters*, vol. 85, no. 6, 2003.

[15] D. Bratton, J. Kennedy. 2007. Defining a standard for particle swarm optimization. *Proceedings of IEEE Swarm Intelligence Symposium* (SIS).

[16] M. Clerc, J. Kennedy. 2002. The particle swarm-explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 6, no. 1.

[17] J. Fieldsend, S. Singh. 2002. A multiobjective algorithm based upon particle swarm optimization, an efficient data structure and turbulence. *UK Workshop on Computational Intelligence* (UKCI'02).

[18] A. Cervantes. 2009. Clasificaci´on mediante enjambre de prototipos. *Universidad Carlos III de Madrid*, Tesis Doctoral, Departamento de Inform´atica, Espan˜a.

[19] K. Deb, N. Padhye. 2010. Development of efficient Particle Swarm Optimizers by using concepts from evolutionary algorithms. *Proceedings of the 12th annual conference on Genetic and evolutionary computation* (GECCO'10).

[20] H. Liu, A. Abraham. 2005. Fuzzy adaptive turbulent particle swarm optimization. *Proceedings of fifth international conference on hybrid intelligent systems* (HIS'05).

[21] S. He, Q. Wu, J. Wen, J. Saunders, P. Patton. 2004. A particle swarm optimizer with passive congregation. Biosystems, vol. 78, no. 1-3.

[22] J. Vlachogiannis, K. Lee. 2006. A comparative study on particle swarm optimization for optimal steady-state performance of power systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 21, no. 4.

[23] S. Menser, J. Hereford. 2006. A new optimization technique, *Proceedings of the IEEE Southeast Conference*.

[24] L. Dos Santos, V. Cocco. 2008. Particle swarm approach based on quantum mechanics and harmonic oscillator potential well for economic load dispatch with valve-point effects. *Energy Conversion and Management*, vol. 49, no. 11,

[25] P. Acharjee, S. Goswami. 2010. Chaotic particle swarm optimization based robust load flow. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 32, no. 2,

[26] K. Ogata. 2003. Ingenier´ıa de Control Moderna, *Pearson Prentice Hall*, Cuarta edici´on.

[27] F. Van Den Bergh. 2001. An analysis of particle swarm optimizers. *University of Pretoria*, Doctor of Philosophy Thesis, South Africa.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

SISTEMA TELEMÁTICO PARA LA INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN VEHICULAR EN COLOMBIA

HUÉRFANO DAZA JEISON ARMANDO, VELASCO PINZÓN EDGAR DAVID, LEGUIZAMÓN PÁEZ MIGUEL ÁNGEL
{jahuerfanod,edvelascop, maleguizamonp}@correo.udistrital.edu.co, mianlepa@gmail.com
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo dar a conocer de qué manera se puede realizar la integración de información que se encuentra alojada en diferentes servidores por medio de un sistema telemático el cual es desarrollado haciendo uso de la metodología PHVA.

La metodología PHVA se basa en cuatro fases (Planificación, Desarrollo, Evaluación y mejoramiento) mediante las cuales permiten tener un mecanismo de solución basado en una problemática actual, donde la información se encuentra alojada en sitios distintos y que por esto acceder a ella es complejo.

El sistema telemático se especializa en la gestión de consulta de información vehicular mediante una plataforma tecnológica robusta y modular. Esta plataforma permite la consulta y operación de diferentes actividades mediante servicios web.

El sistema se desarrolló con el propósito de brindar a los usuarios que tienen un vehículo en propiedad o usuarios que quisieran adquirir un vehículo mayor agilidad y eficacia en el acceso a la información desde cualquier sitio.

Los módulos de trabajo (Aplicación, comunicación e información) se basan en funcionalidades macro, como lo es la interacción del usuario con sistemas telemáticos, la consulta de información desde cualquier sitio que se encuentre el usuario, la agilidad, eficacia y control de la información asociada al vehículo.

PALABRAS CLAVE

Sistema, Telemática, Metodología, PHVA, Consulta, Información, Usuarios, Vehículo, Módulos, Aplicación, Comunicación.

ABSTRACT

This document aims to inform how the integration of information that is hosted on different servers through a telematic system which is developed by making use of the PHVA methodology can be.

The PHVA methodology is based on four phases (planning, development, evaluation and improvement) which allow having a resolution mechanism based on a current problem, where the information is hosted at different sites and thus access it is complex. The Telematic system specializes in the management of the information vehicles through a robust technological platform and modular. This platform allows the consultation and operation of different activities through web services.

The system was developed with the purpose of providing to users who have a vehicle on property or users who want to acquire a vehicle greater flexibility and efficiency in accessing information from anywhere.

Modules of work (information, communication and application) are based on macro features, such as the interaction of the user with telematics systems, the consultation of information from any site that user is found, the agility, efficiency, and control information associated with the vehicle.

KEYWORDS

System, telematics, methodology, PHVA, consultation, information, users, vehicle, modules, application, communication

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia cada vehículo se encuentra identificado por su número de placa, el cual debe ser único y no es posible encontrar dos números de placa repetidos. Cuando se quiere investigar sobre el historial de vehículo o consultas si tiene antecedentes o reportes de tránsito, no es posible hacerlo en el instante, puesto que no existe un mecanismo o sistema móvil que pueda realizar una consulta de información a partir del número de placa del vehículo y con ello conocer la situación desde el punto de vista legal del vehículo. Es por lo anterior que las consultas distribuidas son importantes y más cuando la obtención de la información debe ser en tiempo real, es aquí donde la consulta distribuida se puede utilizar como medio para la obtención de información de los vehículos y de esta manera conocer el historial y los antecedentes del vehículo consultado al instante, lo cual brinda agilidad y facilidad si el usuario requiere hacer este tipo de consultas.

2. OBJETIVOS

- Establecer los objetivos y procesos para llevar a cabo el diseño y desarrollo del sistema telemático.
- Desarrollar un sistema telemático que integre la información por medio de una consulta de información.
- Evaluación sobre el funcionamiento del sistema telemático por medio de unas pruebas de usuario
- Dar a conocer las acciones que se deben realizar a partir de la fase de evaluación del sistema telemático.

3. MARCO TEÓRICO

Sistema Telemático:

Es el conjunto servicios y técnicas que asocian las telecomunicaciones y la informática, por lo tanto implica la transmisión y el procesamiento automático de la información enviándolos de un punto a otro punto a través de un canal de comunicación para ser capturados y almacenados dentro de un sistema informático, esto con el fin de dar lugar a una solución a una necesidad que exista dentro de la sociedad.

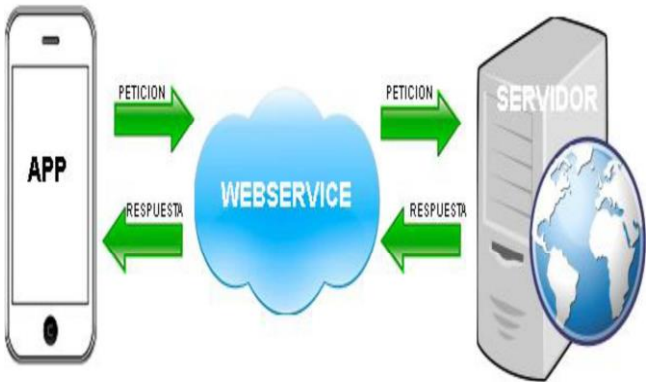


Figura 1. Sistema telemático [27].

La Figura 1 muestra los componentes que intervienen en un sistema telemático y en qué orden se da el funcionamiento de cada uno de ellos, desde la aplicación, al servicio web y al servidor.
Con esto se puede dar a conocer el funcionamiento de un sistema telemático, donde esta teoría pudo ser aplicada a este proyecto y fue de gran ayuda para su funcionamiento.
En la imagen se puede detallar que existen tres componentes dentro del sistema telemático:

- App (Aplicación Móvil)
- Web Service (Servicio Web)
- Servidor (Fuente de información).

Cada uno de estos componentes funcionales del sistema telemático cumple una función específica y donde la comunicación y viaje de información se detallara a continuación:

- **Aplicación**

Figura 2. Aplicación [28]

La Figura 2 muestra en general el uso de uno de los componentes importantes dentro de un sistema telemático.

La app (Aplicación web o aplicación móvil) en primer lugar envía una petición de consulta (Información) al web service, el web service (Servicio Web) recibe esta petición y de acuerdo a las características de la información que se envía desde la aplicación (App) toma la decisión de a que servidor o servidores enviar una petición de consulta, cuando esta petición es enviada a los servidores estos devuelven una respuesta (Información consultada) al web service, cuando esta respuesta es devuelta al web service este devuelve la respuesta a la App (Aplicación) que realizo la petición de consulta y la aplicación recibe esta respuesta y muestra la información que ha solicitado.

- **Servicio Web**

Para el servicio web (Web Service) existen múltiples definiciones sobre su funcionamiento, lo que muestra su complejidad a la hora de dar una adecuada definición que englobe todo lo que son e implican. Una posible sería hablar de ellos como un conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para inter-operar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer unos servicios. Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a estos procedimientos a través de la Web.

Estos servicios proporcionan mecanismos de comunicación estándares entre diferentes aplicaciones, que interactúan entre sí para presentar información dinámica al usuario. Para proporcionar interoperabilidad y extensibilidad entre estas aplicaciones, y que al mismo tiempo sea posible su combinación para realizar operaciones complejas, es necesaria una arquitectura de referencia estándar

Los servicios web:

- Permiten exponer y hacer disponibles funcionalidades (servicios) de los sistemas informáticos de las organizaciones mediante tecnologías y protocolos WEB estándar.
- Cada Servicio Web se responsabiliza de realizar un conjunto de funciones concretas y bien definidas
- Los Servicios Web actúan como componentes independientes que se pueden integrar para formar sistemas distribuidos complejos.

Los puntos claves de un servicio web son la interoperabilidad (Distintas plataformas que funcionan entre sí para un determinado proceso), el uso de estándares abiertos y el mínimo acoplamiento.

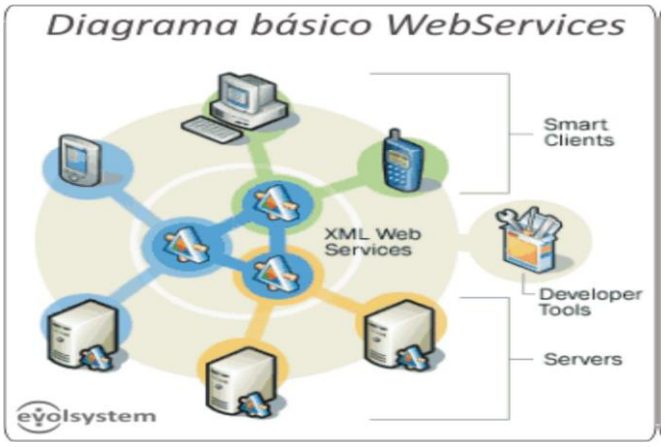


Figura 3. Funcionamiento Básico Servicio Web [29]

La Figura 3 muestra el funcionamiento básico de los servicios web, por medio de 3 capas en la cual intervienen los usuarios (Smart Clients), las herramientas de desarrollo (Developer Tools) y los servidores.

- **Servidor**

Server o servidor, también llamado Host o anfitrión; es una computadora con muy altas capacidades de proceso, encargada de proveer diferentes servicios a las redes de datos (una red es un conjunto de computadoras interconectadas entre sí), tanto inalámbricas como las basadas en cable; también permite accesos a cuentas de correo electrónico, administración de dominios empresariales, hospedaje y dominios Web entre otras funciones. En estos servidores es donde se encuentra alojada aquella información que quiere ser consultada y que por medio de servicios web haciendo uso de protocolos de comunicación, canales de comunicación, cifrado de información y procesos de comunicación podrá estar disponible para los usuarios que requieran obtener dicha información con un fin en específico.

Figura 4. Servidor [30]

La Figura 4 muestra el último componente que interviene en el sistema telemático el cual se encarga de alojar la información obtenida y que por medio de solicitud/respuesta recibe y retorna la información de acuerdo a la petición de entrada.

- **PHVA**

Figura 5. Metodología PHVA [31]

La Figura 5 muestra las fases de la metodología PHVA donde la fase inicial se encuentra en la parte superior del ciclo (Planificar), luego la siguiente fase (Hacer) donde se hace la ejecución una vez la fase de planificar se encuentre bien estructurada, luego de ello viene la fase de (Verificar) donde se debe corroborar lo realizado en la fase de Hacer y por último la fase de (Actuar) donde se hace una evaluación al proceso completo y donde es posible hacer una nueva retroalimentación de ser necesario (Volver a generar el ciclo PHVA de nuevo).

La metodología PHVA brinda una solución que contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos, además de permitir eliminar procesos repetitivos. Se divide en 4 etapas como sus siglas lo indican y consisten en lo siguiente:

- Planificar: En la etapa de planificación se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr los resultados. En esta etapa se determinan también los parámetros de medición que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso.
- Hacer: En este punto se recurre a la Metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles. Las metodologías ágiles han ganado popularidad desde hace algunos años, ya que constituyen una buena solución para proyectos a corto plazo, en especial, aquellos proyectos en donde los requisitos están cambiando constantemente, un ejemplo de esto son las aplicaciones para dispositivos móviles, debido a que estas tienen que satisfacer una serie de características y condicionantes especiales, tales como: canal, movilidad, portabilidad, capacidades específicas de las terminales, entre otras, y aun cuando existen miles de aplicaciones para dispositivos móviles que corren en diferentes sistemas operativos IOs, Android, BlackBerry y Windows Mobile; éstas llenan las expectativas de los usuarios hasta cierto punto por su escasa calidad en el desarrollo, ya que el uso de metodologías de desarrollo de software no se considera importante en este ámbito, por tanto, los desarrollos para dispositivos móviles, hasta el momento, se han venido realizando, principalmente, de manera desordenada y en la mayoría de los casos por desarrolladores individuales que no aplican métodos de ingeniería de software que garanticen su mantenibilidad y por lo tanto su calidad.
- Verificar: Una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios. Se trata de una fase de regulación y ajuste.
- Actuar: Realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las correcciones y modificaciones necesarias. Por otro lado, se

toman las decisiones y acciones pertinentes para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos.

4. ACTORES Y PROCESOS

Gracias a la fase de planeación que se encuentra dentro de la metodología PHVA se han podido establecer los actores y procesos de forma ágil y concisa donde por medio del ciclo completo de la metodología se puede identificar estos procesos abarcan de manera completa el funcionamiento del sistema telemático.

Los actores identificados por medio de la metodología PHVA y los cuales intervienen con el sistema telemático son:

- Usuarios Propietarios de vehículos
- Entidades de donde se obtiene la información (SIMIT, SIM, RUNT)

Los procesos que se identificaron durante la etapa de planificación del sistema telemático son los siguientes.

- Registro de usuario
- Registro de vehículos en la app
- Consulta de datos básicos (RUNT)
- Consulta de multas e infracciones (SIMIT)
- Consulta de estado de tramites (SIM)
- Consulta rápida (Placas "Forma Manual" / Identificación), estado del vehículo (RUNT), guardar histórico de consultas rápidas
- Edición de información personal (Perfil)

5. DESARROLLO DEL SISTEMA TELEMÁTICO

Para la etapa del hacer dentro de la metodología anteriormente mencionada se llevó a cabo el desarrollo del sistema telemático determinando las siguientes estructuras:

- Estructura de la información que maneja el RUNT
- Estructura de la información que maneja el SIMIT
- Estructura de la información que maneja el SIM
- Abstracción, normalización y creación de la base de datos local (Móvil)
- Abstracción, normalización y creación de la base de datos del RUNT
- Abstracción, normalización y creación de la base de datos del SIMIT
- Abstracción, normalización y creación de la base de datos del SIM.

A partir de la determinación de las estructuras a usar para llevar a cabo el desarrollo de los servicios web se llevó a identificar de qué forma se podían aplicar protocolos de comunicación y seguridad dentro de estos servicios (Ws SIMIT,Ws SIM, Ws RUNT).

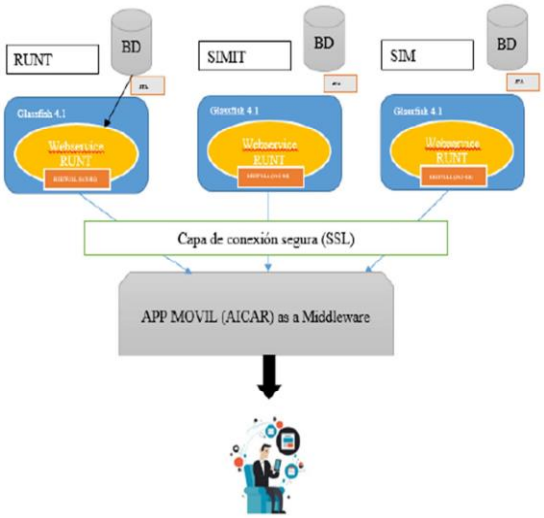


Figura 6. Diseño General del sistema telemático, Fuente: Los Autores.

La figura 6 muestra el diseño general del sistema telemático para la integración de información vehicular en Colombia, donde se da a conocer los componentes desarrollados (Protocolos, tecnología de servidores, Aplicación Móvil, Bases de datos, Entidades a obtener la información) y de que fuentes se puede obtener la información requerida para el sistema telemático.

Por ende esto conlleva a observar el diseño del sistema telemático de manera global, donde se detalla los componentes más importantes para el funcionamiento del sistema y como es su flujo de comunicación con diferentes bases de datos.

Cada servicio web (RUNT, SIM, SIMIT) se especifica por componentes XML, haciendo uso de una capa de conexión segura SSL y que por medio de esta capa la solicitud y respuesta enviada por el usuario – servidor, la comunicación lleva su contenido de forma segura lo cual conlleva a obtener de forma ágil y segura la información requerida en el momento indicado.

6. VERIFICACIÓN DE USUARIO

Dentro de la etapa de verificación los usuarios son el componente más importante para saber el nivel de satisfacción por servicio y con estas pruebas se llegó a determinar en una escala de (1-5) el nivel de satisfacción por la experiencia usuario – sistema telemático.

Para estas pruebas se solicitó la colaboración de 5 personas para que interactuaran con el sistema telemático (AICAR) y dieran su punto de valoración de 1 a 5 siendo 1 no tan buena y 5 satisfactoria. A continuación se da a conocer las pruebas de satisfacción de los

usuarios que interactuaron con el sistema telemático (AICAR)

Figura 7. Valoración Servicio Consulta Runt, Fuente: Los Autores

La figura 7 muestra la valoración del servicio de consulta RUNT en un rango de calificación de 1-5 donde 1 es la valoración más bajita y 5 la más alta.
En promedio para el servicio de consulta Runt y según la valoración de estas 5 personas que dieron su evaluación para este servicio, se puede decir que la experiencia para cada una de ellas fue más que satisfactoria ya que en promedio la valoración es de 3.8, donde puede indicar que este servicio debe tener una mejora continua para llegar a una valoración completamente satisfactoria.

7. ACCIONES PARA EL MEJORAMIENTO

En la fase de mejoramiento, el sistema telemático define una serie de acciones para mejorar y así generar de nuevo un ciclo de retroalimentación en cuanto a funcionamiento de procesos en los servicios. Ya que la metodología PHVA permite hacer un proceso iterativo de mejora y siendo un proceso cíclico, estos procesos de mejora y escalamiento deben de nuevo pasar por todas las fases del ciclo PHVA para así saber de antemano si son viables o no. Es por esto que a continuación se detallan unas acciones halladas después de aplicar los 3 primeros ciclos de la metodología:

Figura 8. Valoración Servicio Consulta Simit, Fuente: Los Autores.

La figura 8 muestra la valoración del servicio de consulta SIMIT en un rango de calificación de 1-5 donde 1 es la valoración más bajita y 5 la más alta.

En promedio para el servicio de consulta Simit y según la valoración de estas 5 personas que dieron su evaluación para este servicio, la experiencia para cada una de ellas fue más que satisfactoria, ya que en promedio la valoración es de 3.8, donde se puede indicar que este servicio debe tener una mejora continua para llegar a una valoración completamente satisfactoria.

Figura 9. Valoración Servicio Consulta Sim, Fuente: Los Autores.

La figura 9 muestra la valoración del servicio de consulta SIM en un rango de calificación de 1-5 donde 1 es la valoración más bajita y 5 la más alta.

En promedio para el servicio de consulta Sim y según la valoración de estas 5 personas que dieron su evaluación para este servicio, se puede decir que la experiencia para cada una de ellas fue más que satisfactoria ya que en promedio la valoración es de 3.8, donde puede indicar que este servicio debe tener una mejora continua para llegar a una valoración completamente satisfactoria.

- De manera periódica se debe verificar la comunicación e información que es consultada por medio de los servicios Web.
- En caso de que la información no sea consistente, de debe realizar una búsqueda en las bases de datos consultadas por los servicios web para verificar su consistencia.
- La información obtenida por medio de los servicios la debe conocer únicamente el usuario que hace uso de los servicios del sistema telemático, es por esto que se debe realizar auditorías
- periódicas a la base de datos para saber la consulta de la información
- El sistema telemático tendrá mantenimientos periódicos debido a las actualizaciones de las plataformas y herramientas de desarrollo utilizadas, además el sistema telemático es escalable y debe mantener mejorar periódicas en cuanto a protocolos de comunicación y mejoras en los procesos se refiera.
- El sistema telemático podrá tener nuevas funcionalidades futuras si es requerido.

8. CONCLUSIONES

- 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.
- La fase de planeación permitió identificar que al realizar el diseño de los procesos que intervienen en el sistema telemático se llega a tener un mejor entendimiento de cómo debe ser flujo de procesos y el flujo de información.
- En la fase de desarrollo se ha conseguido el objetivo propuesto: se han diseñado componentes Java reutilizables que pueden ser interconectados para facilitar el desarrollo de aplicaciones distribuidas, dependiendo de los requisitos particulares del cliente, de una manera automática o semiautomática.
- En cuanto al sistema, los usuarios en general encuentran el beneficio que se obtiene al usarlo y que justifica el esfuerzo necesario para su uso (Aprendizaje, atención, tiempo…), resaltando la simplicidad, percepción visual e información que comunica.
- Con las nuevas tecnologías de comunicación y codificación se logró integrar servicios que ofrecen las diferentes entidades vehiculares sin importar que tecnologías usen dentro de sus sistemas internos, brindándoles un medio de comunicación seguro y alternativo con otros sistemas para así poder llegar de forma más sencilla a cada uno de sus usuarios.

9. REFERENCIAS

[1] LA DISPERSIÓN INFORMACIONAL: UN PROBLEMA DE LA EMPRESA ACTUAL. Añadir repositorios. {En línea}. {Consultado septiembre 07 de 2016}. Disponible en: http://ined21.com/la-dispersion-informacional-un-problema-dela-empresa-actual/

[2] Funcionamiento de los servicios web. {En línea}. {Consultado Enero 20 de 2017}. Disponible en: http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen12_numero 2/12Articulo_RevTec-Num-2.pdf

[3] El ciclo PHVA: planear, hacer, verificar y actuar. {En línea}. {Consultado Febrero 19 de 2017}. Disponible en: ftp://sata.ruv.itesm.mx/portalesTE/Portales/Proyectos/2631_Bie nvenidaCyP/QP161.pdf

[4] SEGURIDAD Y PRIVACIDAD DE LA INFORMACION {En línea}. {Consultado Enero 10 de 2017}. Disponible en: http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles- 5482_G3_Procedimiento_de_Seguridad.pdf

[5] Technical Reviews in Agile Development: Case Mobile-D^TM Henrik Hedberg; Juha Iisakka, 2006 Sixth International Conference on Quality Software (QSIC'06), Year: 2006.

[6] Building RESTful Web Services with JAX-RS, {En línea}. {Consultado enero 20 de 2017}. Disponible en: http://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/giepu.html

[7] RESTful Java with JAX-RS 2.0, 2nd Edition Designing and Developing Distributed Web Services, Bill Burke, O'Reilly Media 2013.

[8] Bulletproof SSL and TLS: Understanding and Deploying SSL/TLS and PKI to Secure Servers and Web Applications Paperback – August 1, 2014.

[9] Fundamentos de los Sistemas Telemáticos Introducción {En línea}. {Consultado Enero 12 de 2017}. Disponible en: http://www.lab.dit.upm.es/~ftel/FTEL_0_Introduccionx2.pdf

[10] Introducción a la telemática y a las redes de datos {En línea}. {Consultado Enero 11 de 2017}. Disponible en: https://pastranamoreno.files.wordpress.com/2011/03/introduccio n-a-la-telematica-y-redes-de-datostelefonica.pdf

[11] La motivación en los entornos telemáticos {En línea}. {Consultado Enero 12 de 2017}. Disponible en: http://www.um.es/ead/red/13/bryndum.pdf

[12] La motivación en los entornos telemáticos {En línea}. {Consultado Enero 12 de 2017}. Disponible en: http://www.um.es/ead/red/13/bryndum.pdf

[13] Aplicación para Centros de reconocimiento médico para conductores Telemáticos (CRCT) {En línea}. {ConsultadoEnero12de2017}.Disponibleen:http://eprints.ucm.es/30187/1/Aplicaci%C3%B3n%20para%20Centros%20de%20reconocimiento%20m%C3%A9dico%20para%20conductores%20Telem%C3%A1ticos%20.pdf

[14] Arquitectura de una plataforma telemática integral para el despliegue de servicios ubicuos en el ámbito de los sistemas inteligentes de transporte {En línea}. {Consultado Enero 12 de 2017}. Disponible en: http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10926/SantaL ozano.pdf?sequence=1

[15] Arquitectura de una plataforma telemática integral para el despliegue de servicios ubicuos en el ámbito de los sistemas inteligentes de transporte {En línea}. {Consultado Enero 12 de 2017}. Disponible en: http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10926/SantaL ozano.pdf?sequence=1

[16] Telemática: un nuevo escenario para el transporte automotor {En línea}. {Consultado Enero 16 de 2017}. Disponible en: https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-09- 27_07-56-34110900.pdf

[17] Overview of telematics: a system architecture approach {En línea}. {Consultado Enero 16 de 2017}. Disponible en: https://faculty.utrgv.edu/mark.chu/Journal/TELE.pdf
[18] Vehicle and Automotive Engineering: Proceedings of the JK2016, Miskolc, Hungary {288 – 305}. {Consultado Enero 16 de 2017}. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=c-55DgAAQBAJ&pg=PA304&lpg=PA304&dq=iee+telematics+systems+pdf&source=bl&ots=HBJR6aHlH8&sig=UE5AhFDGh UhMG2Ncqyiyu9sINB8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwisoLWdsobTAhVC4CYKHfR1CyI
Q6AEIaTAJ#v=onepage&q=iee%20telematics%20systems%20 pdf&f=false
[19] Real Time GPRS- Fuel Tracking and Monitoring Entity Using Telematics data's {En línea}. {Consultado Enero 16 de 2017}. Disponible en: https://www.rroij.com/open-access/real-timegprs-fuel-tracking-andmonitoring-entity-using-telematics.pdf
[20] Vehicle Telematics: A Literature Review {En línea}. {Consultado Enero 05 de 2017}. Disponible en: http://ece-dept- 43.unh.edu/Project54/Research/Technical%20Reports/Vehicle% 20Telmatics.pdf
[21] Fast and Vulnerable: A Story of Telematic Failures {En línea}. {Consultado Febrero 20 de 2017}. Disponible en: https://cseweb.ucsd.edu/~savage/papers/WOOT15.pdf
[22] Vehicle telematics with real time operating system {En línea}. {Consultado Febrero 22 de 2017}. Disponible en: http://esatjournals.net/ijret/2015v04/i05/IJRET20150405039.pdf
[23] Vehicle tracking & fleet management system {En línea}. {Consultado Febrero 18 de 2017}. Disponible en: http://www.globtel.az/admin/editor/uploads/files/Arvento_Catal ogue.pdf
[24] Java Web Services {En línea}. {Consultado Diciembre 18 de 2016}. Disponible en: http://box.cs.istu.ru/public/docs/other/_New/Books/Lang/Java/Ja
va%20Web%20Services%20(O%27Reilly).pdf
[25] Web Services Conceptual Architecture {En línea}. {Consultado Febrero 22 de 2017}. Disponible en: http://www.cs.uoi.gr/~pvassil/downloads/WebServices/Tutorials /WebServicesConceptualArchitecture.pdf
[26] Manual de integración con el TPV Virtual para comercios con conexión por Web Service {En línea}. {Consultado Febrero 28 de 2017}. Disponible en: https://canales.redsys.es/canales/ayuda/documentacion/Manual
%20integracion%20para%20conexion%20por%20Web%20Serv ice.pdf.
[27] Conexiones a base de datos {En línea}. {Consultado Enero 20 de 2017}. Disponible en: http://picarcodigo.blogspot.com.co/2014/05/webserviceconexiones-base-de-datos.html
[28] Aplicaciones para dispositivos móviles, smartphone y tablet {En línea}. {Consultado Enero 21 de 2017}. Disponible en: https://www.visibletic.com/aplicaciones-para-dispositivosmoviles/
[29] Funcionamiento básico servicio web {En línea}. {Consultado Enero 05 de 2017}. Disponible en: http://pablostarxml.blogspot.com.co/2013/06/47-creacion-yconsumo-de-servicios-web_13.html
[30] Servidor {En línea}. {Consultado Enero 06 de 2017}. Disponible en: https://computemas.wordpress.com/2015/page/16/ [31] Metodología PHVA {En línea}. {Consultado Enero 07 de 2017}. Disponible en: https://safetya.co/phva-procedimientologico-y-por-etapas/.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

BIOMÉCANICA APLICADA A EXTREMIDADES SUPERIORES

JONATHAN GUZMÁN
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana
Jonathan.guzmán@gmail.com

SANTIAGO CAMPO
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana
santiago.campo.lopez@gmail.com

DIEGO TORRES FERNANDA TAPIAS
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana
Grupo de investigación INNOVATEC

FERNANDA TAPIAS
Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Grupo de investigación GCEM
eftapiasf@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

Este artículo muestra el comportamiento del músculo bíceps de una niña de 12 años cuando levanta (flexión media al hombro) un peso de 130N, para lo cual se realiza un modelo matemático del sistema físico y una simulación en el software Working Model, con el fin de comparar los resultados y realizar las respectivas conclusiones.

ABSTRACT

This article shows the behavior of the biceps muscle of a 12year-old girl when she lifted (a medium shoulder flexion) a weight of 130N, for which a mathematical model of the physical system and a simulation in the Working Model software were performed to compare the results and make the respective conclusions.

PALABRAS CLAVE

Extremidades superiores, dinámica, y leyes de Newton

1. INTRODUCCIÓN

El Bíceps es uno de los músculos encargados del movimiento de flexión del brazo, las complicaciones que pueden afectarlo, están relacionadas al esfuerzo que se realiza para el levantamiento de objetos, en función de su peso.

A continuación, se plantea el análisis de fuerza que debe realizar el músculo Bíceps para generar un movimiento respectivo del antebrazo y así levantar el objeto determinado; esto permite identificar como se relaciona la

dinámica con los movimientos del cuerpo (especifico de las extremidades superiores) y entender el esfuerzo que genera cada uno de los músculos para la realización de un simple movimiento como el que se muestra para el caso de estudio.

La simulación del sistema físico toma como referencia los datos de una niña de 12 años basados en la revisión bibliográfica encontrada, luego se diseña y se crea el modelamiento en el software Working Model (WM), para posteriormente comparar los datos de los cálculos y de la simulación con el fin de realizar el respectivo análisis.

2. MARCO TEORICO

Para el análisis de los movimientos en las extremidades superiores, primero se debe que tener en claro su fisiología. A continuación se explican los músculos y articulaciones relacionadas en el movimiento a analizar (flexión).

Músculos de extremidades superiores

El movimiento de flexión que se toma como referencia de análisis en este artículo, involucra los cinco músculos que se mencionan a continuación.

Tríceps braquial: es el principal extensor del brazo [1].

Anconeo: generalmente cumple como sinergia del tríceps braquial [1].

Bíceps braquial: se encuentra en el compartimiento anterior del brazo [1].

Braquial: musculo ancho y aplanado, se encuentra en la región antero inferior del brazo [1].

Coracobraquial: musculo grueso prismático, se encuentra dentro de la posición corta del musculo bíceps braquial [1].

Articulaciones de extremidades superiores

Las articulaciones que se tienen en cuenta en el sistema de análisis, son las articulaciones del codo: Aunque morfológicamente esta es una articulación única, realmente las superficies articulares reflejan tres articulaciones en una, como se clasifican en la tabla 1 [2].

Tabla 1. Articulaciones relacionadas

Articulación	Tipo	Superficies auriculares	Movimientos
Humero radial	Es una enartrosis, aunque actuará como una condílea.	Cóndilo del húmero, fosa de la cabeza del radio	Flexión y extensión.
Humero cubital	Es una tróclear	Tróclea del húmero y la cavidad sigmoidea mayor	Flexión y extensión.
Radio cubital superior	Es una trocoide	cavidad sigmoidea menor y la circunferencia articular de la cabeza del radio, sostenida por el ligamento anular	Flexión y extensión.

Leyes de Newton

Para los cálculos del sistema físico en análisis se tienen en cuenta las tres leyes de Newton como se menciona a continuación.

- **Primera ley o ley de Inercia:** Se muestra que el antebrazo permanece en reposo mientras que sobre él no actué una fuerza que rompa su inercia [3] [4].

- **Segunda ley o principio fundamental de la dinámica:** Permite que se analice la relación entre la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo y su aceleración; en este sistema físico, el Bíceps debe realizar una fuerza para lograr mantener el equilibrio del brazo en el momento que se le aplica una fuerza de 130N, lo cual da como resultado que el musculo también debe realizar

una aceleraciónl la cual varía de acuerdo a la fuerza que se aplique en el antebrazo; esto se pudo comprobar por medio de de la variación de la fuerza en el software simulador WM. [3] [4].

- **Tercera ley o principio de acción-reacción:** Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este último ejerce sobre el primero una fuerza de igual magnitud y dirección contraria; para este caso, si se analizara la fuerza que ejerce el antebrazo sobre el brazo para mantenerlo en equilibrio cuando se aplica una fuerza de 130N (teniendo en cuenta las mismas condiciones), esta debía ser la misma fuerza en magnitud pero con dirección contraria [3] [4].

3. IDENTIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo del modelo se tomaron las medidas de una niña de 12 años, las cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Medidas de una niña de 12 años de edad

Musculo	Altura/longitud (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
Bíceps Brazo	27	6.52	1518
Antebrazo	21	6.04	607
Mano	15.5	10	275

4. SIMULACIÓN

Para la simulación se utilizó el software Working Model; el cual permitió modelar la extremidad superior de una niña de doce años, ingresando los datos previamente recolectados. En las figuras 1, 2 y 3 se puede ver el modelamiento del sistema físico obtenido en el software.

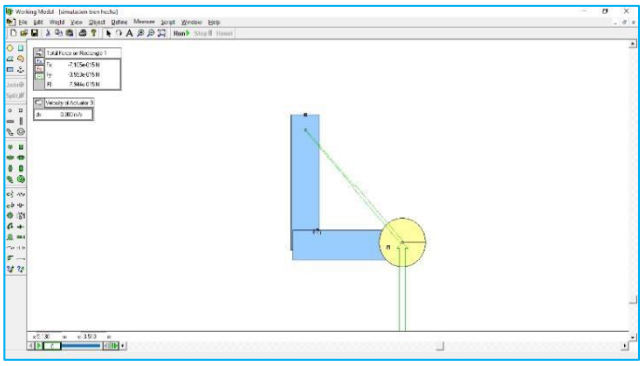


Fig.1. Simulación antes de aplicar la fuerza

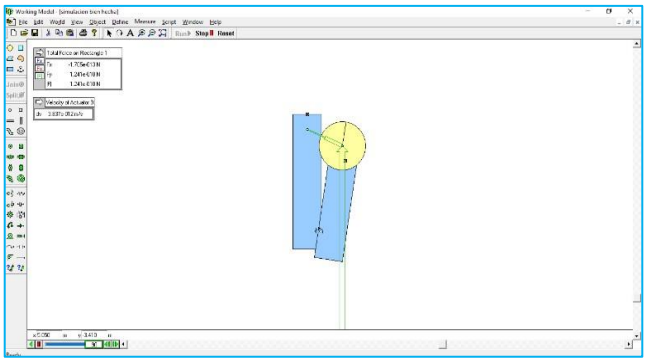


Fig.2. Simulacion despues de aplicar la fuerza

Fig.3. Valor de la fuerza Fb en la simulación

5. CALCULOS

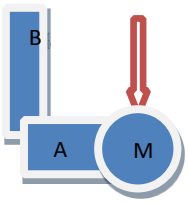


Fig.4. Modelo matemático

ΣFx=0

ΣFy= Fb-Fa-Fp=0

Fa= Ma.g+Mm.g

Fa= (607g.9, 8m/s²) + (275g.9, 8m/s²)

607g (1kg/1000g) = 0.607kg

275g (1kg/1000g) = 0.275kg

Fa= (0.607kg.9, 8m/s²) + (0.275kg.9, 8m/s²)

Fa=5.94+2.69

Fb=Fa+Fp

Fb=8.63N+130N

Fb=138.63N

6. CONCLUSIONES

- Una niña de 12 años de edad tendrá que realizar una fuerza (Fb) de 138.63N, para levantar un peso de 130N, según los cálculos realizados en el modelo matemático.
- La fuerza resultante en la simulación del programa (Fb=137.98N) es aproximada a la resultante del modelo matemático (Fb=138.63N), con una diferencia entre los dos modelos de 0.65N.

- El percentil [5] asumido en la toma de datos es específico para la realización del análisis del sistema físico propuesto, razón por la cual se puede asumir un estándar promedio no generalizable al rango de edad de la persona en estudio.

- El modelamiento matemático asume el análisis de fuerzas sobre los ejes X y Y (directamente), si el ángulo entre el brazo y el antebrazo fuera diferente de 90°, se tendría que apropiar una descomposición de fuerzas y asumir variables diferentes para su correspondiente análisis.

- El peso de sección circular, se asume como una fuerza específica, más la influencia de la geometría, no tiene alteración sobre el análisis del sistema físico realizado.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. T. L. Beatriz, «SlideShare,» [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/CarlosDanielAguilar/el-brazo-y-elantebrazo. [Último acceso: 28 abril 2017].

[2] Rodrigo N Tosi, «articulos biomecanica,» 1998. [En línea]. Available: http://gse.com/es/biomecanica/articulos/analisis-del-movimientode-la-flexion-del-antebrazo-sobre-el-brazo-desde-laperspectiva-anatomo-funcional-79. [Último acceso: 28 abril 2017].

[3] Alberto Fesquet, Ciencias Fisico-Quimicas y naturales: Kapelusz.

[4] Barbara A. Gowitzke, El cuerpo y sus movimientos bases cientificas., 2010.

[5] Pedro R. Modelo, «Ergonomia,» [En línea]. Available: http://direct.awardspace.info/directoriow/PedroMondeloEr gonomia3DisenoDePuestosDeTrabajo.pdf [Último acceso: 3 Mayo 2017].

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MIGRACIÓN A LA NUBE: ASPECTOS RELEVANTES DE LA SEGURIDAD

HÉCTOR JULIO FÚQUENE ARDILA
Ingeniero de sistemas, magister en teleinformática, docente de planta
Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Investigador grupo IAFT.
julioardilaud@gmail.com

RESUMEN

En el presente artículo encontramos algunos aspectos y características de la computación en la nube, sus modelos tanto de despliegue como de servicio y se presenta la importancia que en estos ambientes representa la seguridad. Se abordan aspectos referentes al proceso de migración de la información de una determinada empresa a la nube o más comúnmente conocida como "Cloud Computing", se analizan las ventajas y los posibles riesgos que esta migración puede representar.

PALABRAS CLAVE

IaaS, PaaS, SaaS, Privacidad, ciber ataque, Centro de Datos, Máquina virtual, nube, seguridad.

ABSTRACT

In this article we find some aspects and characteristics of cloud computing, its deployment models and service models and the importance of security in these environments. It deals the aspects related to the process of migrating information from a particular company to the cloud or more commonly known as "Cloud Computing", analyze the advantages and possible risks that this migration may represent.

KEY WORDS

IaaS, PaaS, SaaS, Privacy, cyberattack, datacenter, virtual machine, cloud, safety

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el área de la informática y las comunicaciones están siendo transformadas por nuevos modelos de computación, de gestión de la información y de la infraestructura tecnológica que se utiliza para el procesamiento, almacenamiento y transmisión de los datos entre los usuarios bien sean independientes o miembros de corporaciones tanto públicas como privadas.

En este ámbito encontramos el "Cloud Computing" el cual está logrando una penetración importante tanto a nivel individual (correo, redes sociales, etc) como en el nivel empresarial en donde dependiendo de la naturaleza de la empresa podrá tener acceso a modelos de servicio y de despliegue según las necesidades particulares y la capacidad de inversión con la que se cuente.

En este ámbito, como en cualquiera otro inherente a la computación, los aspectos referentes a la seguridad tanto de los datos, de las aplicaciones o de los equipos son un punto crítico que requiere que se le dé la máxima atención. En este sentido, se plantean algunos aspectos; así como algunos lineamientos a tener en cuenta cuando se está pensando en hacer la migración de la información a la nube.

Nociones de seguridad informática

La seguridad informática, también conocida como ciberseguridad o seguridad de tecnologías de la información, es el área relacionada con la informática y la telemática que se enfoca en la protección de la infraestructura computacional y todo lo relacionado con esta, y, especialmente, la información contenida en un computador o circulante a través de las redes de computadores. Para ello existen una serie de estándares, protocolos, métodos, reglas, herramientas y leyes concebidas para minimizar los posibles riesgos a la infraestructura o a la información. La ciberseguridad comprende software(bases de datos, metadatos, archivos), hardware, redes de computadores y todo lo que la organización valore y que signifique riesgo si esta información confidencial llega a manos de otras personas; convirtiéndose por ejemplo, en información privilegiada. Seguridad Informática (sin fecha) En Wikipedia. Recuperado el 01 de junio de 2017 https://es.wikipedia.org/wiki/ Seguridad_inform%C3%A1tica

La seguridad de redes informáticas consiste en las políticas adoptadas para prevenir y monitorear el acceso no autorizado, el mal uso, la modificación o la denegación de una red de computadores y recursos de acceso de red. Cabe anotar, que en la actualidad contamos con gran número de redes las cuales pueden ir desde una red de área personal, una red de área local, una red inalámbrica, una red móvil, una red de área extensa de la cual deriva el termino de computación en la nube o Cloud Computing.

En informática, la seguridad es un aspecto que día a día adquiere más preponderancia y que en el momento de migrar nuestros datos a la nube debemos contemplar los aspectos tradicionales y algunos propios de este tipo de ambiente. Para contextualizar sobre este aspecto "Cloud Computing" comencemos por ver en qué consiste.

Pero qué es Cloud Computing?

Cloud Computing es un nuevo concepto tecnológico que se basa en que las aplicaciones software y los equipos hardware con capacidad de proceso y almacenamiento de datos y están ubicados en un datacenter(conjunto de servidores) que permite a los usuarios acceder a las aplicaciones y servicios disponibles a través de Internet o como se conoce coloquialmente a través de "la Nube" de Internet, de una forma sencilla y cómoda.

Cloud Computing es un modelo que proporciona acceso a unos recursos de computación configurable. Por ejemplo redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios.

"Cloud computing" es un nuevo modelo de prestación de servicios de negocio y tecnología, que permite incluso al usuario acceder a un catálogo o, de forma flexible y adaptativa, en caso de demandas no previsibles o de picos de trabajo, pagando únicamente por el consumo efectuado, o incluso gratuitamente en caso de proveedores que se financian mediante publicidad o de organizaciones sin ánimo de lucro."

En términos generales podemos concebir que con el Cloud Computing se obtiene acceso a una infraestructura y a unos servicios específicos como se ilustra en la siguiente figura.

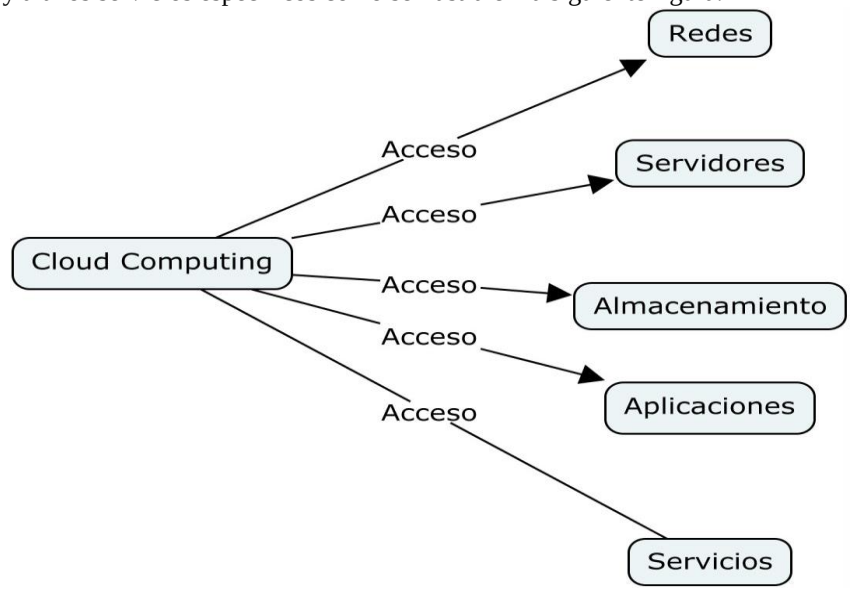


Figura No. 1. Infraestructura y servicios de Cloud Computing

El NIST(NationalInstitute of Estandards and Technology) define Cloud computing mediante la descripción de cinco características esenciales, tres modelos de servicio en Cloud y cuatro modelos de despliegue para Cloud. En la gráfica número dos vemos a groso modo la descripción del cloud computing.

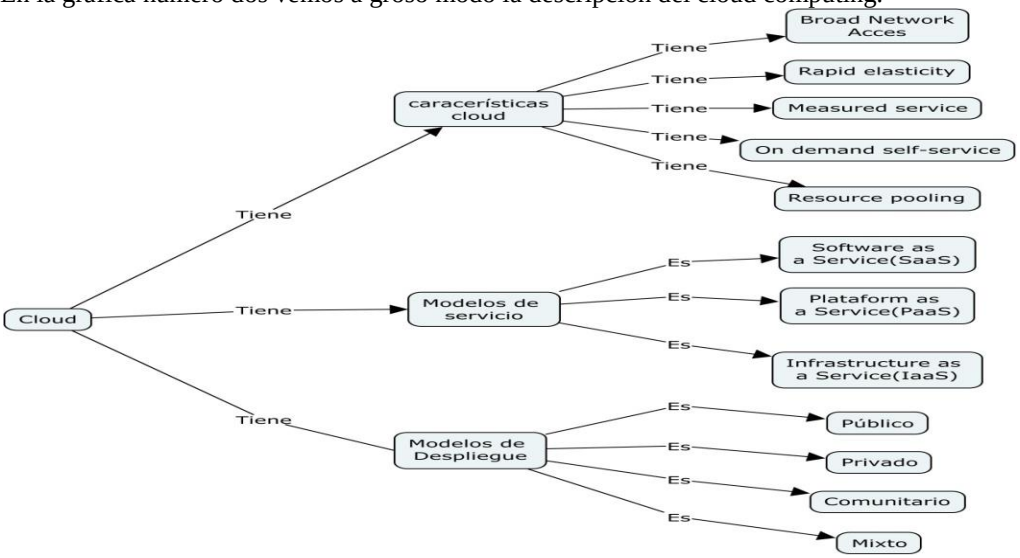


Figura No. 2. Modelo Cloud Computing

De acuerdo al tipo de usuario y a sus necesidades particulares Cloud Computing ofrece diferentes posibilidades y servicios según se puede apreciar en la figura número uno.

Es así como encontramos: Amplio acceso a través de redes, elasticidad rápida, servicio medido, auto servicio a demanda y compartición de recursos; esto en cuanto a sus características y en cuanto a los modelos de despliegue encontramos público, privado, comunitario y mixto o hibrido.

Los modelos de servicio están determinados por las necesidades de las empresas y por su capacidad económica, pues entre más datos llevemos a la nube el valor aumentará; así mismo entre mas recurso tengamos en la nube menos tendremos que preocuparnos por su administración y seguridad; se asume que todo puede estar incluido en el modelo de servicio contratado.

Las tecnologías Cloud ofrece al usuario diversos formatos, comúnmente llamado modelos de servicios entre los cuales se encuentran: SaaS, PaaS, IaaS. Podemos decir que cada uno de estos modelos se relaciona de forma diferente con la plataforma física utilizada, es así como el modelo SaaS (Software as a Service) no interactúa con el hardware, PaaS (Plataform as a Service) tiene un interacción media con el hardware y en cambio el IaaS (Infrastructure as a Service) tiene un nivel alto de interacción con el hardware.

Otros Modelos de Servicios en la nube

En la medida que las tecnologías Cloud han evolucionado al mismo tiempo han dado a luz otras tecnologías de servicios entre las cuales numeraremos algunas de ellas:FWaaS = Firewall as a Service (Firewall como Servicio), LBaaS= Load Balancing as a Service, DBaaS= Database as a Service, DaaS = Desktop as a Service, Storage Services: Volume Storage as a Service y Objects Storage as a Services.

Ventajas del servicio en la nube

El prestador del servicio se encarga de todo: asignación de recursos, mantenimiento, mejoras y actualizaciones. Así los propietarios del servicio pueden delegar todos esos aspectos y ahorrarse los costos asociados.

Movilidad y disponibilidad: El usuario se beneficia de la continua disponibilidad de sus datos. Por tanto, en cualquier momento o lugar se puede tener acceso a ellos sólo con disponer de un computador conectado a Internet

Ahorro: las empresas no tienen que invertir en comprar y mantener servidores y Software - Con el servicio en la nube se alquila un determinado servicio y se paga por lo que se consume.

No hay licencias de Software.

Rapidez: la nube permite acceder a las aplicaciones y servicios sin tener que descargarlos, así las empresas ganan velocidad en la implantación de los proyectos. ¿Qué es un servicio en la nube?(2014). En wikipedia. Recuperado en julio 27 de 2017. https://www.palbin.com/customer/es_es/portal/articles/1507535-%C2%BFqu%C3%A9-es-un-servicio-en-la-nube.

Activos y seguridad en la nube

A la medida que los datos sean atractivos para un tercero se debe tratar de garantizar su seguridad; es así como podemos concebir como activos los datos, los servicios, las aplicaciones y los procesos. La confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos se deben proteger contra todo riesgo, bien sea físico o lógico. En la figura número tres se visualiza este aspecto.

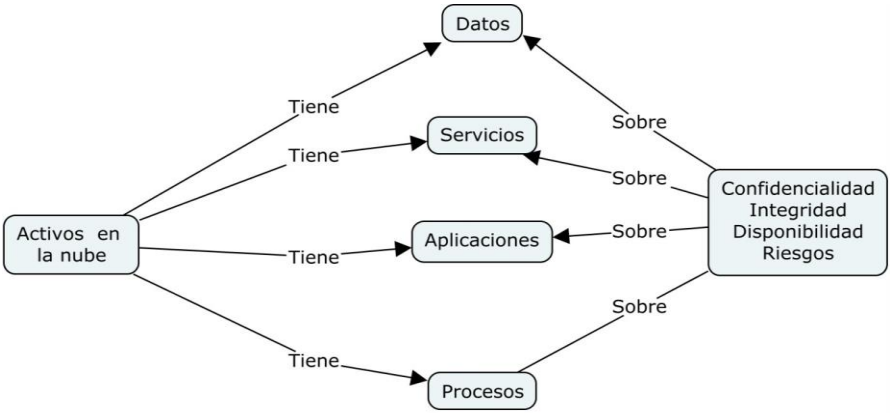


Figura No. 3. Activos en la nube

Seguridad en los datos

El bien más preciado en cualquier organización son los datos, pues de esto depende la calidad de la información obtenida y en cada instancia se debe garantizar los niveles máximos de seguridad; esto implica desde el momento de su creación, pasando por el almacenamiento, la utilización, la transmisión; que podríamos considerar como el más crítico, hasta el momento de su archivo y posterior destrucción; estos aspectos son importantes en ambientes cotidianos y adquieren mayor relevancia cuando se llevan a la nube. Lo anterior se presenta en la figura número cuatro.

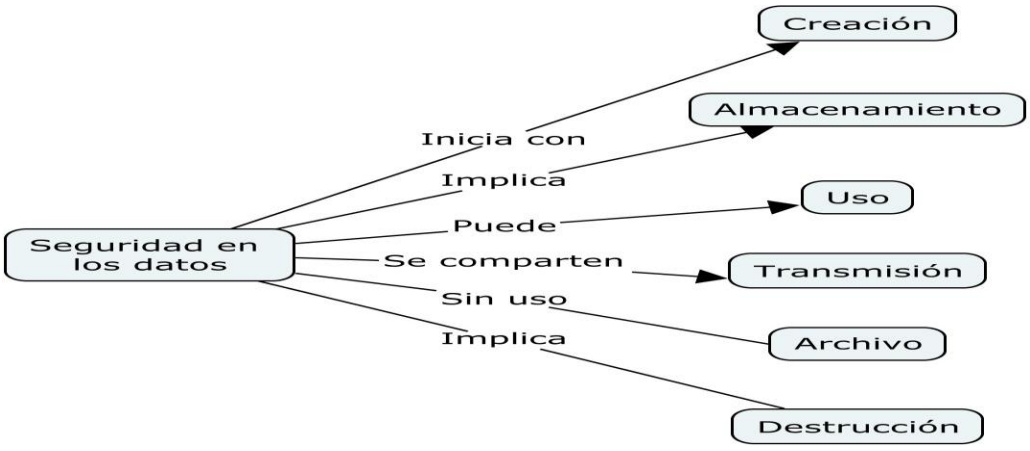


Figura No. 4. Acciones o instancias de los datos en la nube

Identificación de riesgos en la nube.

Como todo sistema la nube también está expuesta a los riegos que normalmente contemplamos en seguridad informática y adicionalmente se deben contemplar entre otros los siguientes:

Agotamiento de recursos (prestación excesiva o insuficiente)
Fallo de aislamiento
Miembros maliciosos de proveedores en nube. Abuso de funciones privilegiadas
Compromiso de interfaz de gestión (manipulación, disponibilidad de la infraestructura)
Interceptación de datos en tránsito
Fuga de datos durante la carga/descarga dentro de la nube
Supresión de datos insegura o ineficaz
Distribución de denegación de servicio (ddos)
Realización de escaneados o detecciones maliciosas
Motor de servicio de compromiso

Cómo y qué migrar a la nube?

El NIST (National Instute of Standarads and Technology) (Bedger et al., 2012) proporciona recomendaciones para tener en cuenta las oportunidades y los riesgos que esta migración implica, de esta forma, la recomendación en tal migración debe partir de las necesidades y características de la empresa, para de esta forma adoptar las tecnologías y configuraciones más adecuadas al caso particular.

Para comprender cual solución es la más adecuada del amplio espectro que ofrece la nube para una necesidad dada, una organización debe considerar cómo se despliega la nube(modelos de despliegue), y que tipos de servicios se puede proporcionar a los clientes(modelos de servicio). Una vez analizados los modelos y diseñado el proyecto técnico de la nube de su organización debe considerar en paralelo o de modo secuencial, las oportunidades económicas y los riesgos de usar estos servicios, las características técnicas de los servicios tales como rendimiento, fiabilidad y los términos normales de servicios (SLA, Service Level Agreement), y las oportunidades y riesgos de seguridad. (NIST, 2012)(Stalling W, 2015).

En el aspecto económico podemos decir que el modelo se parece al utilizado actualmente con los servicios de telefonía e Internet; el precio va a depender del número de servicios que se adquieran. También es relevante el tipo de nube a la cual se acceda bien sea pública o privada o se utilice un modelo híbrido con el fin de discriminar los servicios según su nivel de importancia y confidencialidad.

Un aspecto a tener en cuenta es la infraestructura técnica y de comunicaciones con la que cuenta la empresa, la nube como sabemos depende del uso de Internet y de aspectos como el ancho de banda y tipo de acceso contratado.

La migración de una empresa a la nube dependerá siempre del tipo de despliegue y de servicios contratado, esto debe quedar absolutamente claro entre las dos partes, el cliente o empres y el proveedor del servicio, esto es lo que se conoce como el Service Level Agreement o SLA.

La seguridad

El aspecto más importante en todo este proceso es la seguridad. Lo podemos considerar el más crítico pues si este se logra definir claramente lo más probable es que la confianza y utilización de la nube aumentará.

Es de anotar, que además de los riesgos y amenazas inherentes a cualquier sistema de computación tradicional, la nube representa unos riesgos particulares que es indispensable no omitir. En la nube se debe garantizar la protección de los datos, y de la privacidad y el cumplimiento de las regulaciones correspondientes, junto con el cumplimiento de los principios fundamentales de la seguridad de la información, como son: Confidencialidad, integridad y disponibilidad, sin dejar de lado la identificación, la autenticación, la responsabilidad, la autorización y la privacidad.

Podemos considerar como pasos para migrar a la nube los siguientes:

Elegir el tipo de modelo de servicio y de despliegue necesario
Calcular las necesidades de espacio y de usuarios requeridas.
Evaluación de la seguridad y el coste económico.
Implantación para empezar a trabajar.
Gestionar los permisos y acceso a los archivos.

Con el auge de la utilización del Cloud Computing, toma relevancia la utilización de los centros de datos o Data Center, por lo que se considera conveniente plasmar este concepto de una manera más formal.

Qué es un Data Center o centro de datos?

Un centro de datos es un sistema utilizado para alojar sistemas de computadores y componentes asociados, tales como sistemas de telecomunicaciones y de almacenamiento. Generalmente incluye, fuentes de alimentación redundantes y se usa para copias de seguridad, conexiones, comunicaciones de datos redundantes, controles medioambientales y dispositivos de seguridad.

Conclusiones

El conocer claramente la naturaleza de la empresa facilitará el análisis y la elección de los servicios a adquirir en el proceso de migración de los datos a la nube; acuerdo a esto, la identificación de posibles riesgos y amenazas será más eficiente.

La elección de un buen proveedor de servicios sigue siendo clave y será sinónimo de confianza, en el proceso de migración y establecimiento en la nube la improvisación puede significar grandes pérdidas de información y económicas.

La evolución de este tipo de modelos de computación facilitará que las empresas se dediquen a desarrollar su objeto social y deleguen el manejo, almacenamiento y transmisión de los datos a empresas y personas especializadas.

Una de las ventajas que Cloud Computing le representa a la empresa es la posibilidad de contar con un modelo dinámico y fácilmente adaptable a los cambios o evoluciones que se presenten en la industria e incluso en materia legal, pues sobre este aspecto se está legislando de forma permanente.

Bases bibliográficas

Joyanes, A. Luis. (2015). Sistemas de información en la empresa. México: alfaomega

William Stallings “Fundamentos de Seguridad en redes, aplicaciones y estnadares”. Editorial Pearson / Printice Hall. 2005

Fernando Andrew / Izaskun Pellerejo / Amaia Lesta. Fundamentos y Aplicaciones de Seguridad en Redes WLAN. Marcombo S.A. 2006

Nicolás Barcia Vásquez y otros. Redes de Computadores y arquitecturas de Comunicaciones. Pearson / Prentice Hall 2008

https://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad_inform%C3%A1tica

https://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-5482_G12_Seguridad_Nube.pdf

http://aunclicdelastic.blogthinkbig.com/tres-modelos-de-servicio-cloud-saas-paas-iaas/

https://ccsk-es.cloudsecurityalliance.org/des88_GUIA_CSA_PARA_LA_SEGURIDAD_EN_AREAS_CRITICAS_DE_ATENCION_EN_CLOUD_COMPUTING_V2.pdf

https://support.microsoft.com/es-co/help/2929352/does-a-move-to-the-cloud-make-sense-for-your-small-business

http://icloudseven.com/3-tendencias-claves-de-la-nube-para-el-2016/

http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/crecimiento-de-los-negocios-en-la-nube-o-cloud-en-el-2016/220999

http://www.portafolio.co/tendencias/empresas-le-apuestan-nube-133834

http://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/opinion-sobre-crecimiento-nube/216164

http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/visual-networking-index-vni/index.html?POSITION=Cisco%2blink&COUNTRY_SITE=us&CAMPAIGN=GCI%2b2016&CREATIVE=go%2bURL%2bto%2bGCI%2bpage&REFERRING_SITE=Cisco%2blink#cloud-forecast&stickynav=3

https://colombiadigital.net/actualidad/noticias/item/8622-la-nube-tendencia-regional-o-solucion-de-almacenamiento-global.html

https://blog.dataprius.com/index.php/2016/10/28/migracion-a-la-nube-de-tu-empresa/

http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf

https://www.hostingred.com/cloud/informacion-cloud/?gclid=CNXWlszuqdUCFVGBkQodRGwHHA

https://www.tensorflow.org/

https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9curit%C3%A9_du_cloud

https://technet.microsoft.com/fr-fr/library/gg296364.aspx

https://cloud-computing.developpez.com/actu/97105/Quels-sont-les-risques-de-securite-majeurs-du-cloud-computing-Une-etude-du-CSA-en-revele-douze/

http://connect.ed-diamond.com/MISC/MISC-060/Introduction-au-Cloud-Computing-risques-et-enjeux-pour-la-vie-privee

http://www.murielle-cahen.com/publications/p_cloud.asp

http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-146.pdf

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS MÉDICOS BÁSICOS DE UN OXÍMETRO DE PULSO VÍA BLUETOOTH.

ELIANA ANDREA NIÑO PEDRAZA, DANIEL ORTIZ VEGA, SONIA ALEXANDRA PINZÓN NUÑEZ
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

La tecnología Bluetooth es ampliamente utilizada debido a que permite transferir voz y datos sin ningún tipo de cables o elementos donde existe la posibilidad de sincronizar la información entre diversos dispositivos médicos para obtener información importante de un paciente, tales como su presión arterial, nivel de oxímetro en la sangre, entre otros.
En el presente documento se describe la propuesta de proyecto que tiene por objeto hacer uso de dicha tecnología en el ámbito médico proponiendo un sistema que facilite a las personas transferir los datos médicos desde un oxímetro de pulso. De esta forma brindar una alternativa tecnológica que facilite a los médicos brindar una respuesta rápida y adecuada de acuerdo al estado de un paciente. Para lo anterior se describe el modelo propuesto y como a través de la tecnología BLE se puede llevar a cabo dicho proceso.

CCS CONCEPTS:

• Other Architecture Styles, Applied computing

PALABRAS CLAVE

Tecnología Bluetooth, Arquitectura Móvil, Algoritmos, Aplicaciones Android.

ABSTRACT

Bluetooth technology is widely used because it allows to transfer voice and data without any cables or elements where there is the possibility of synchronizing information between various medical devices to obtain important information from a patient, such as your blood pressure, Oxygen level of blood, among others.
This document describes the project proposal that aims to make use of this technology in the medical field by proposing a system that facilitates people to transfer medical data from a pulse oximeter. In this way provide a technological alternative that facilitates the doctor to provide a fast and adequate response according to the state of a patient. For the above, the proposed model is described and how it can be carried out through BLE technology.

KEYWORDS

Bluetooth, Mobile Architecture, algorithms, Android.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es común que se use la tecnología bluetooth para transferir datos y voz sin necesidad de utilizar un medio guiado para llevarlo a cabo nos brinda la posibilidad de intercambiar elementos multimedia en diferentes medios electrónicos principalmente los móviles.

Dentro de las ventajas principales del uso de esta tecnología esta que no requiere cables o medios guiados que se mencionó anteriormente, es fácil y seguro de usar además de que requiere poca energía.

Android se ha unido a Apple ,Microsoft y Blackberry en la evolución de Smart Ready esto quiere decir que los dispositivos electrónicos como las tablets y teléfonos inteligentes son compatibles con cualquier producto con Bluetooth.

Bluetooth está especificada para redes inalámbricas de área personal (WPAN) esto lo hace mediante un enlace de radiofrecuencia de los 2.4Ghz, creando así pequeñas redes inalámbricas. Sin embargo, para esto también desarrollo una tecnología con nuevas especificaciones la cual se denomina BLE la cual es interoperable para pequeños dispositivos; una de las características de esta es permite la conexión bluetooth para dispositivos de pila de botón además como su nombre lo indica está diseñado especialmente para que funcione con poca energía. (A&D Medical, 2016)

La publicación de Bluetooth 4.0 BLE agrego la integración de servicios médicos que comprenden desde monitores de glucosa en la sangre, oxímetro de pulso, monitores de frecuencia cardíaca, inhaladores de asma y otros productos son cada vez más comunes. Esto ha permitido el desarrollo de la telemedicina enfocado a los consumidores ya que ahora poseen dispositivos médicos que pueden conectarse a las PC, tablets y teléfonos inteligentes compatibles con Bluetooth que ya poseen. Los pacientes y sus proveedores de atención reciben información crítica en tiempo real para obtener una imagen más exacta y completa de la respuesta del cuerpo a un plan de tratamiento prescrito. Esta información puede ayudarles a rastrear los datos de salud con el tiempo, mostrando tendencias o incluso proporcionando alertas cuando sea necesario. Por lo anterior se propone hacer un sistema que utilice la tecnología BLE con el fin de implementar un sistema de tele monitoreo que pueda ser usada por algunos centros médicos. (Google, 2016)

2. APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA BLUETOOTH CON ELEMENTOS MÉDICOS

Actualmente el desarrollo de aplicaciones móviles que están enfocadas en la medicina ha tenido un gran desarrollo ya que, a través de dispositivos como el celular, tablets o portátiles se puede enviar una cantidad de datos de vital importancia proporcionando un gran avance para el cuidado de la salud y el bienestar de las personas.

Una de las tecnologías más usadas para la transferencia de datos desde un dispositivo medico con conexión Bluetooth a un dispositivo móvil permitiendo almacenar la información en bases de datos locales o servidores en la nube con la finalidad de llevar un registro sobre los datos obtenidos y realizar controles

médicos de manera remota, de esta forma se puede facilitar el monitoreo de los pacientes y así a los médicos pueden diagnosticar alguna condición médica indicando su tratamiento a tiempo.

A continuación, se describen algunas de las aplicaciones que hacen uso de la tecnología Bluetooth.

Jumper: Es un fabricante de dispositivos médicos, algunos integrados con conectividad bluetooth, tienen publicadas 3 aplicaciones para dispositivos móviles las cuales se encuentran disponibles para Estados Unidos y Asia. [9]

MyOximeter: Consiste en una app disponible para Android y IOS la cual permite obtener los datos de cualquiera de sus oximetro con conectividad bluetooth y realizar un seguimiento de este almacenando los datos en el dispositivo. (Co, 2016)

AngelSound:Su aplicación insignia disponible para Android y IOS, la cual permite obtener datos vía bluetooth de un ecógrafo el cual funciona por infrasonido obteniendo el latido del corazón, peso, día de gestación del feto. (Medical, 2016)

MyTermo: Consiste en una app disponible para Android y IOS la cual permite obtener los datos de cualquiera de sus termómetros con conectividad bluetooth y realizar un seguimiento de este almacenando los datos en el dispositivo. (Systems, 2016)

A&D: Es un fabricante de dispositivos médicos, algunos integrados con conectividad bluetooth, los cuales integran sus dispositivos a diferentes apps médicas. (A&D Medical, 2016)

MyFitnessCompanion: Permite realizar un seguimiento de ejercicios y realizar monitoreo de pulso por medio de dispositivos médicos o con la palma de su mano. Una verdadera experiencia personalizada con ajuste de objetivos, recordatorios, comentarios y un entrenador personal que estará a su lado durante los ejercicios. (MyFitnessCompanion, 2015)

Health Measure App (Android): Disponible para Android proporciona una forma conveniente de registrar datos relacionados con la salud. Realizar seguimiento de los registros médicos promedio de gráficos y tablas.

MyGlucoHealth: Es un fabricante de glucómetros integrados con tecnología bluetooth el cual tiene disponible una APP para Android y IOS la cual realiza seguimiento a los registros de los dispositivos, también este fabricante provee un kit de desarrollo para realizar la integración de sus dispositivos, dado que estos no usan BLE, el fabricante tiene personalizada su comunicación. (Systems, 2016)

3. PROBLEMÁTICA

En la actualidad todas las instituciones que prestan el servicio de la salud cuentan con diferentes modelos para prestar de una manera efectiva sus servicios entre estos se encuentra el servicio a domicilio, el cual es brindado tanto servicios subsidiados (EPS, IPS) como por entidades privadas (Servicios Complementarios y Medicina Propagada), este fomenta nuevas alternativas de operación.

Es así como en la ciudad de Bogotá (Colombia) están vigentes tres modelos de prestación de servicios domiciliarios que se brindan en casos prioritarios, entre los cuales se encuentran: el programa de familias protectoras de la salud y la vida desarrollada por la Secretaria de Salud, la hospitalización domiciliaria en cuidados intensivos y por último el programa que atiende a pacientes crónicos somáticos

Teniendo en cuenta los modelos de salud mencionados anteriormente en la mayoría de los casos estos son solicitados mediante una llamada del centro médico para que este proceda con la visita; el centro médico es informado del estado del paciente solo mediante una descripción telefónica de la persona que realizo la llamada; sin embargo muchas de estas visitas resultan con diversos inconvenientes para la institución domiciliaria debido a que en ocasiones son falsas alarmas y en realidad el paciente no se encontraba en mal estado por tal motivo puede que hayan retrasado la visita a un paciente que si requería mayor prioridad.

Muchas de las visitas domiciliarias implican diversos costos, entre los cuales está el servicio de transporte, el médico que asiste para cubrir el servicio domiciliario y los aparatos de salud para realizar el chequeo, por lo cual es de gran importancia contar con información verídica que permita realizar una visita prioritaria de acuerdo a las condiciones de salud en las cuales se encuentre el paciente.

En el momento que ocurre cualquier tipo de emergencia las instituciones que prestan el servicio de salud deben determinar el estado del paciente, para lo cual utilizan un oxímetro de pulso el cual es un instrumento que permite conocer el nivel de oxígeno en la sangre y pulso arterial del paciente, estos dispositivos se encuentran generalmente solo en centros médicos y en casos muy críticos se le recomienda al usuario realizar la compra de este dispositivo. (Co, 2016)

Una alternativa para mejorar el envío de los datos relacionados con el nivel de oxígeno cuando el paciente se encuentra en su casa y permitir el monitoreo del mismo es crear un sistema que permita obtener los datos del paciente desde el oxímetro y enviarlos a través de un dispositivo móvil a la entidad médica tratante con el objeto de obtener un diagnóstico a tiempo.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Una alternativa para mejorar el envío de los datos relacionados con el nivel de oxígeno cuando el paciente se encuentra en su casa y permitir el monitoreo del mismo es crear un sistema que permita obtener los datos del paciente desde el oxímetro y enviarlos a través de un dispositivo móvil a la entidad médica tratante con el objeto de obtener un diagnóstico a tiempo.

4.1 Descripción Del Sistema

El Sistema para la obtención de datos médicos básicos de un oxímetro de pulso vía Bluetooth es una propuesta en el campo de la telemedicina que permitirá a los centros o entidades médicas que prestan servicios domiciliarios conocer el estado de salud de un paciente y poder identificar que paciente requiere atención domiciliaria; ya que el sistema proveerá los datos del oxímetro, los cuales podrán visualizarse y enviarse a través de un dispositivo móvil al centro de salud al que se encuentra inscrito el paciente. De esta forma el sistema apoyará la labor de los asistentes médicos disminuyendo el tiempo de atención y los costos de movilización, al mismo tiempo que se podrá priorizar la asistencia de pacientes en verdadero estado de gravedad, por otra parte, se convertirá en un canal de comunicación entre el paciente y el asistente médico.

El oxímetro por medio de bluetooth realiza la transmisión de los datos correspondientes a los niveles de oxígeno en la sangre y presión arterial a un dispositivo móvil (smartphone del paciente).

Una aplicación implementada en el dispositivo móvil permitirá analizar los datos que serán contrastados con los niveles estándar para cada dato clínico y tomar decisiones para el envío o almacenamiento de los datos en la nube o el envío de las alertas al centro médico. La aplicación en el dispositivo móvil, evalúa que los datos no excedan los límites establecidos, en cuyo caso, se determinará un estado de emergencia, notificándose inmediatamente al centro médico para que este a su vez notifique la urgencia al asistente que atenderá al paciente. Mientras no se presenten situaciones de emergencia, los datos se almacenarán en el dispositivo móvil y en la nube para enviarse periódicamente por medio de una red Wi-Fi o una conexión 3G al servidor del sistema para su registro y posterior análisis.

4.2 Arquitectura del Sistema

El sistema propuesto pretende el desarrollo de una aplicación móviles que utiliza los estándares de desarrollo de software para aplicaciones web, HTML5, CSS3, Javascript[14]. De ésta forma se pueden generar una solución de software para tecnologías Android haciendo uso de MPAndroidChart y Material Design para el desarrollo de la interface de usuario.

Adicionalmente se utilizará un marco libre de trabajo para la creación aplicaciones móviles utilizando APIs web estandarizados para las diferentes plataformas. (Ableson, 2011)

Lógica de negocio:

En ésta capa se realiza el tratamiento de datos si en algún caso se requiere aplicar alguna regla de negocio o tratamiento especial de los datos.

Servicios:

Conexión y envío de datos por Bluetooth, para ello se utilizarán de los APIS Android Bluetooth y Bluetooth Low Energy(BLE) Android 4.3 donde este establece la comunicación directa entre dispositivo periférico (oxímetro) y el dispositivo móvil y permitirá hacer la transferencia de los datos médicos de cada paciente. (X. Tang, 2015)

Adicionalmente se hará uso de los servicios cloud por medio de la Consola FireBase, lo que permitirá el desarrollo de la aplicación con los módulos que se plantean como: autenticación, registro y almacenamiento de datos de cada usuario. (Google Developers, 2017)

En la figura se representa las capas que se proponen en el sistema y las cuales se describen a continuación.

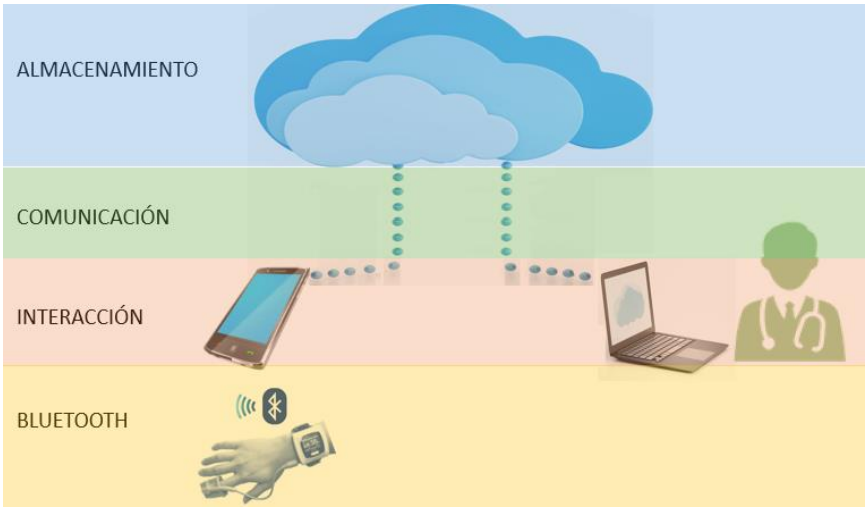


Figura 1. Capas del sistema.

4.2.1 Capa de Almacenamiento:

Por medio de la implementación de un sistema basado en la nube el cual es FireBase se logrará almacenar los datos de los usuarios directamente implicados como médicos, asistentes y los pacientes, esto en relación con el registro, consulta, actualización, análisis y eliminación de datos. (Bluetooth SIG, 2017)

4.2.2 Capa Bluetooth:

Al utilizar la versión de 4.3 de Android se introduce el soporte de plataforma integrada para Bluetooth de baja energía y proporciona un API que las aplicaciones pueden utilizar para detectar los dispositivos de consulta, servicios, características y leer / escribir. En contraste con el clásico Bluetooth clásico versión (3.0), Bluetooth Low Energy (BLE) está diseñado para proporcionar significativamente menor consumo de energía. Esto permite que las aplicaciones Android al comunicarse con los dispositivos BLE tengan un menor consumo de energía y mayor la eficiencia en transporte de comunicaciones con dispositivos tales como sensores de proximidad, monitores de ritmo cardíaco, aparatos de fitness, etc. (Developers, 2017)

4.2.3 Capa Interacción:

Se compone de los elementos que permitirán generar una interface gráfica que posea las opciones para utilizar el sistema y utiliza varios componentes como menús gráficos, opciones de consulta, de conexión y de envío que serán utilizadas por los usuarios del sistema (pacientes, médicos, asistentes, etc) en cada uno de los dispositivos. Esta capa estará basada en eventos los cuales estarán soportados bajo librerías como MPAndroidChart y Material Design. (Developers, Android Database Sqlite, 2016)

4.2.4 Capa de Comunicación:

Para la implementación de esta capa se hará uso de la plataforma cloud llamada FireBase de servicio BackEnd que permite realizar aplicaciones web y móviles sin programación en el servidor, de modo que el desarrollo resulte más rápido y fácil. Esta dispone de servicios como: base de datos en tiempo real, sincronización de datos, servicios de hosting y almacenamiento, testeos en laboratorio y no en usuarios finales, reporte de errores, notificaciones a usuarios en el momento adecuado. (TOWNSEND, 2014)

Se implementa un servicio de comunicación donde intervienen FireBase notifications que se encarga de brindar el canal para emitir y recibir una notificación, un servicio controlador desarrollado en PHP el cual permita tratar la información a ser enviada y por ultimo un servicio SMS y llamadas a dispositivos que implementa el SDK de FireBase la WEB API propio de la tecnología en la cloud; para las llamadas y los SMS se utiliza el API Nativo de Android.

Esta capa también permitirá integrar el sistema de alarmas con la ayuda de los mensajes SMS donde se establece un servicio en Android nativo dedicado a enviar mensajes cada vez que se presente la toma de la oximetría a partir de los rangos de valores relacionados con la frecuencia cardíaca y el nivel de oxígeno de la sangre los cuales se crean de manera individual en el perfil del usuario cuando este se registra.

4.3 Avances Desarrollo Capa Bluetooth

Se ha hecho el análisis de los datos que registra el oxímetro y se implementó una aplicación que permite establecer la conexión Bluetooth con el dispositivo móvil y hacer el envío de datos hacia el dispositivo. Para realizar este proceso se puede usar un gestor de Bluetooth. (Gonzáles, 2017).

Uno de los mayores problemas de la conectividad bluetooth clásica ha sido la necesidad de emparejarse con el dispositivo con el cual va a realizar conectividad junto con el consumo de energía masivo lo cual ha limitado los dispositivos a los cuales se les puede integrar este tipo de tecnología. Para solucionar el problema se crea el estándar 4.0 de bluetooth dentro del cual se encuentra BLE (Bluetooth Low Energy) con la capacidad de hasta 100 veces menos batería sacrificando la tasa de transferencia, pero aumentando la seguridad y eliminando la necesidad de emparejamiento dependiendo el dispositivo al cual esté conectado. Esta tecnología se implementará para el desarrollo del sistema propuesto y el proceso que permitirá hacer la conexión entre el oxímetro y el dispositivo se describe en los siguientes pasos.

4.3.1 Búsqueda del dispositivo:

Un servicio en Android es un proceso que se ejecuta en segundo plano el cual permite interactuar con el usuario sin brindar una interfaz de usuario, en este sistema operativo todas las transacciones deben ser ejecutadas en segundo plano razón por la cual es necesario usar un servicio para realizar conectividad Bluetooth, la configuración de este servicio se describe a continuación.

El primero paso para de obtener los datos de cualquier dispositivo es realizar la búsqueda de este identificándola a través del MAC o de su nombre. En el caso de Android se requiere que el dispositivo tenga un sistema operativo 4.4 o superior con una tarjeta de red bluetooth.

Inicialmente se deben agregar los permisos y requerimientos agregándolos en el xml AndroidManifest, (Android Developers, 2017) para ello se utilizan las siguientes líneas de código:

```
<uses-feature android:name="android.hardware.bluetooth" />
//Solo permite la instalación en dispositivos que tengan bluetooth BLE
 <uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
//Permite hacer comunicaciones bluetooth
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />
//Administración de la tarjeta de red bluetooth
```

Los permisos en Android son necesarios para notificar al usuario que elementos va a usar del dispositivo, como por ejemplo internet y bluetooth como se muestra en la siguiente imagen.

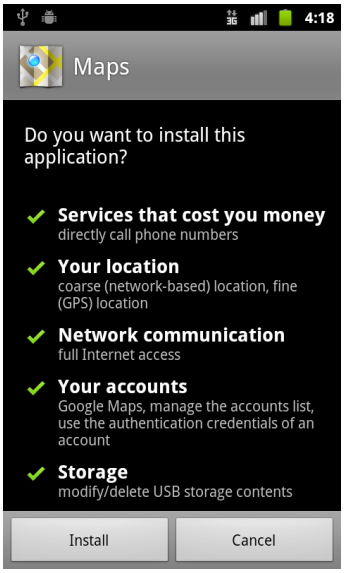


Figura 2. Permisos Android necesarios para notificar usuario.

Una vez establecidos los permisos se configura el servicio de BLE en el manifiesto de la aplicación, para realizar este proceso se hace uso de la clase publicada que Google tiene en su GitHub.
Una vez descargada e integrada la clase, se debe proceder a realizar la declaración en el manifiesto:

```
<service
   android:name=".servicios.bluetooth.BluetoothLeService"
   android:enabled="true" />
```

4.3.2 Validación de hardware:

Este proceso permite realizar el escaneo de dispositivos se debe verificar que el bluetooth este encendidode la siguiente manera

```
Intent bleEnable = controlerBLE.verificacionBluetooth();
  if (bleEnable != null)
     startActivityForResult(bleEnable, ControlerBLE.REQUEST_ENABLE_BT);
```

Para verificar que el usuario ha encendido el bluetooth es necesario evaluar el resultado del intent enviado mediante el siguiente código dentro de la función **onActivityResult.** Si esta validación no se ejecuta en el

momento que se use el API de Bluetooth la aplicación arrojará una excepción la cual impedirá seguir con el flujo normal de esta.

4.3.3 Escaneo de red bluetooth.

Este proceso es necesario para seleccionar el dispositivo con el cual se va a establecer la conexión, este debe ser realizando mediante la interface **LeScanCallback**, la cual al ser instanciada debe definir la función **onLeScan** en la que se debe definir un hilo que sea ejecutado sobre la actividad mediante una función llamada **runOnUiThread**.
Para activar la búsqueda, si la versión del dispositivo es menor a Android 5.0 se hace por medio de un handler y en el caso de set 5.0 o mayor se hace por una función integrada en la API de BLE.

4.3.4 Conexión e inicio del servicio BLE:

Una vez escaneado y encontrado, ya es posible conectar con el dispositivo a través de su MAC. Para establecer la conexión con el dispositivo se inicia el servicio de bluetooth.

Para realizar este proceso se usa La clase **BluetoothLeService** que permitirá conocer si es dispositivo a realizado su conexión de manera exitosa. Al crear el servicio, se iniciará un hilo paralelo en la aplicación el cual posibilitará recibir datos de un dispositivo de manera asíncrona.
Ahora que el dispositivo está conectado lo único que falta por hacer es el intercambio de información, para esto se debe declarar un **BroadcastReceiver a través del GATT** que permitirá este intercambio.
La clase **BluetoothLeService** provee las constantes necesarias para conocer el estado de la conexión. El flujo normal de un dispositivo BLE es conectarse **(ACTION_GATT_CONNECTED*),*** mostrar sus servicios **(ACTION_GATT_SERVICES_DISCOVERED*)*** y finalmente recibir datos **(ACTION_DATA_AVAILABLE).**
En el momento en que se reciben los servicios, se debe buscar el servicio que se desea usar. Si el servicio se ha encontrado, se debe buscar la **característica**, de lo contrario nunca habrá intercambio de información.
Una vez realizado esto, ya es posible intercambiar información con el dispositivo, en este caso se usó una característica de notificación, es decir que en 3ms (Milisegundos) se van a recibir datos sobre el **BroadcastReceiver** dentro del IF de ACTION_DATA_AVAILABLE. Una vez realizado esto el último paso, lo único que queda por hacer es interpretar la trama de bytes, la cual varía dependiendo cada dispositivo, es decir que la conexión ya se ha realizado.

5. TRABAJO FUTURO

El sistema propuesto permitirá transferir los datos del paciente desde un oxímetro a través de un dispositivo móvil hacia una central médica, se encuentra en fase de desarrollo y actualmente se ha obtenido la transferencia de datos desde el oxímetro hacia el dispositivo móvil al establecer una conexión bluetooth siguiendo el estándar BLE y obteniendo los datos del oxímetro en tiempo real (Spo2, Pulso, PI).
Adicionalmente están identificando varias herramientas de desarrollo que permitirán la implementación del mismo, entre ellas el uso de HTML, CSS y JavaScript. (Stark, 2012)
Se tienen grandes expectativas en el desarrollo de la aplicación proponiendo la implementación de los siguientes componentes:
Un subsistema de datos médicos el cual tendrá un perfil médico para visualizar la información general y la de los pacientes.
Un subsistema de datos general el cual contenga el perfil del paciente donde el podrá ver su información personal en tiempo real.
Un subsistema de mensajería SMS, la cual enviará la información a el medico del paciente solicitado y su oximetría con el fin de obtener su estado general.
Un subsistema de nivel de alarmas con el fin de establecer alertas con la cual se deba informar al centro de salud y por consiguiente ser atendido.

6. CONCLUSIONES

El uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a través de este tipo de proyectos puede facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de muchas personas que actualmente poseen dispositivos móviles ya que el acceso a estos es cada vez mayor. Adicionalmente este tipo de aplicaciones favorece en gran medida al paciente ya que permitirá el acceso a un monitoreo de su estado y un diagnóstico de una manera más rápida en el lugar donde se encuentre y evitando costos relacionados con la movilidad del paciente o del asistente médico.
Por otra parte, las tecnologías aplicadas para el desarrollo del sistema se basan en software libre y aplicaciones que se encuentran al alcance de los programadores, lo cual constituye una oportunidad de brindar una alternativa en el campo de la telemedicina a bajo costo.

Además de ser un proyecto multidisciplinario es innovador ya que hasta el momento no se ha realizado un proyecto de este tipo a nivel local que implemente tecnología CLOUD, BLE aplicado a la medicina lo que permite ser una base de conocimiento para futuros que deseen aplicar el concepto de IoT basados en BLE a un ejemplo práctico, el cual este enfocado en una problemática específica y permita dar una solución a partir de herramientas tecnológicas.

REFERENCIAS

A&D Medical. (2016). Recuperado el 5 de Junio de 2017, de http://www.andonline.com/medical/

Ableson, F. a. (2011). *Android in Action.* Greenwich, CT, USA: Manning Publications Co.

Android Developers. (2017). *App Manifest.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de https://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro.html

Bluetooth SIG, I. (2017). *Medical & Health.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de Bluetooth is Changing the Face of Healthcare: https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/where-to-find-it/medical-health

Co, J. M. (2016). *Pulse Oximeter.* Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de MyOximeter: http://www.jumper-medical.com/enindex.php/product/11

Developers, A. (2016). *Android Database Sqlite.* Recuperado el 5 de Junio de 2017

Developers, A. (2017). *Android 4.3 APIs.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de https://developer.android.com/about/versions/android-4.3.html

Gonzáles, M. (2017). *Wondershare.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de Gestor de Bluetooth Android.

Google Developers. (2017). *Documentation Firebase.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de Firebase: https://firebase.google.com/docs/

Google, G. (2016). *Google Samples Android-BluetoothLe Gatt.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de https://github.com/googlesamples/android-BluetoothLeGatt/blob/master/Application/src/main/java/com/example/android/bluetoothlegatt/BluetoothLeService.java

Medical, J. (2016). *Google Play Store.* Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de https://play.google.com/store/apps/details?id=cn.com.jumper.angelsounds.android_jumper_feat

MyFitnessCompanion. (2015). *MyFitnessCompanion App.* Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de http://myfitnesscompanion.com/

Stark, J. (2012). *Building Android apps with HTML, CSS, and JavaScript.* Beijing: O'Reilly.

Systems, E. H. (2016). *MyGlucoHealth.* Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de http://myglucohealth.org/developers.html

TOWNSEND, K. (2014). *Introduction to Bluetooth Low Energy.* Recuperado el 5 de Junio de 2017, de https://learn.adafruit.com/introduction-to-bluetooth-low-energy/gap

X. Tang, C. H. (2015). Android Bluetooth multi-source signal acquisition for multi-parameter health monitoring devices. *2015 IEEE International Conference on Information and Automation* (págs. 1790-1794). Lijiang: IEEE.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MODELAMIENTO DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BAJA PRESIÓN Y ANÁLISIS SU COMPORTAMIENTO FRENTE A DIFERENTES CARGAS, UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA EN MATLAB

ÁNGEL SANTIAGO GONZÁLEZ GAMBA
Corporación tecnológica industrial de Colombia
angelgonza9@hotmail.com

SAMIR CAÑÓN PEÑA
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Grupo de investigación GCEM
samircanon@hotmail.com

EVY FERNANDA TAPIAS FORERO
Corporación tecnológica industrial de Colombia
eftapiasf@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo principal modelar una central hidroeléctrica de baja presión y analizar su comportamiento frente del flujo de entrada frente a diferentes cargas utilizando lógica difusa; para comenzar se elabora el modelo matemático, luego generan las reglas de acuerdo a las cargas, se corre el toolbox de fuzzy y para finalizar se concluye sobre los resultados obtenidos.

PALABRAS CLAVE

Hidroeléctrica de baja presión, caudal, modelamiento y lógica difusa.

ABSTRACT

The present article has with principal objective model a low pressure hydroelectric plant and analyze its comportaments with different loads using fuzzy logic; firts is necesary elaborate the mathematical model, then generated the rules are according to the loads, end runs the fuzzy toolbox and to conclude on the results.

1. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es uno de las principales fuentes de energía renovable en el mundo, generando una quinta parte de la energía eléctrica a nivel mundial El sistema eléctrico colombiano según el plan de expansión de la Upme 2008 – 2022, indica que el 80% de la energía generada es por medio del recurso hídrico. [1]

Durante la última década el consumo de energía en Colombia ha Crecido a una tasa media anual de 2,9%, y las cifras programadas a futuro estiman un crecimiento promedio de la demanda eléctrica entre 3,9% y 4,4%. Es por esto que los planes de la Upme es que entren a funcionar siete proyectos de los cuales tres entraran en funcionamiento este año en Abril, empezando por el Quimbo con una capacidad de 198 megavatios y en diciembre entrarían a funcionar Carlos Lleras Restrepo y San Miguel Con una capacidad de 78.1 megavatios y 42 megavatios respectivamente. Ituango es uno de los proyectos más importantes de Colombia se estima que entre en funcionamiento para el 2018 2019 y alcanzaría su capacidad máxima en el 2022. [2]

El presente documento tiene como objetivo principal modelar una central hidroeléctrica de baja presión y analizar su comportamiento frente del flujo de entrada frente a diferentes cargas utilizando lógica difusa; para comenzar se elabora el modelo matemático, luego generan las reglas de acuerdo a las cargas, se corre el toolbox de fuzzy en matlab y para finalizar se concluye sobre los resultados obtenidos.

2. MARCO TEORICO

Para el desarrollo de este artículo se investigó en el plan de expansión de la UPME y otras referencias bibliográficas definiciones de energía hidráulica, central hidráulica, diferentes tipos de hidroeléctricas y lógica difusa como se muestra a continuación:

Energía Hidráulica

Se denomina energía hidráulica a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas. Cuando el Sol calienta la Tierra, además de generar corrientes de aire, hace que el agua del mar se evapore, ascienda por el aire y se mueva hacia las regiones montañosas, para luego caer en forma de lluvia. Esta agua se puede colectar y retener mediante presas. Parte del agua almacenada se deja salir para que mueva los álabes de una turbina engranada con un generador de energía eléctrica [3] [4].

Central Hidroeléctrica

En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. En general, estas centrales aprovechan la energía potencial que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica [3] [4].

Tipos de Centrales Hidroeléctricas

Las Centrales Hidroeléctricas se pueden clasificar en tres tipos de la siguiente manera:

Según su concepción arquitectónica: En este tipo de central se encuentran las de aire libre y caverna [3].

Según su régimen de flujo: En este tipo de central se encuentran las de agua fluyente, embalse, regulación y de bombeo o reversibles [3].

Según su altura de caída del agua: En este tipo de centrales se encuentran las de alta presión, media presión, baja presión, muy baja presión. En esta parte se enfatiza un poco en el concepto de la central hidroeléctrica a la cual se le realiza el modelamiento [3].

Centrales de baja presión: son centrales con desniveles de agua de menos de 20 m, siendo usadas las turbinas tipo

Kaplan. [4] [3]

Lógica Difusa

Las lógicas difusas, son esencialmente lógicas multivaluadas que extienden a las lógicas clásicas. Estas últimas imponen a sus enunciados únicamente valores falso o verdadero. Bien que ´estas han modelado satisfactoriamente a una gran parte del razonamiento "natural", es cierto que el razonamiento humano utiliza valores de verdad que no necesariamente son "tan deterministas". Por ejemplo, al calificar que "el cielo es azul" uno está tentado a graduar qué tan "azul", en efecto, es el cielo, e igualmente, si "un vehículo se mueve rápido", también se está obligado a considerar qué tan rápido es el vehículo, aunque esto ´ultimo no implique necesariamente cuantificar la velocidad del vehículo con toda precisión.

Las lógicas difusas procuran crear aproximaciones matemáticas en la resolución de ciertos tipos de problemas. Pretenden producir resultados exactos a partir de datos imprecisos, por 1 lo cual son particularmente útiles en aplicaciones electrónicas o computacionales [5].

3. MODELAMIENTO MATEMATICO DEL SISTEMA HIDRAULICO.

Para el desarrollo del artículo lo primero que se realizó fue el modelamiento matemático del sistema hidráulico, el sistema planteado para este artículo se puede ver en la figura 1.

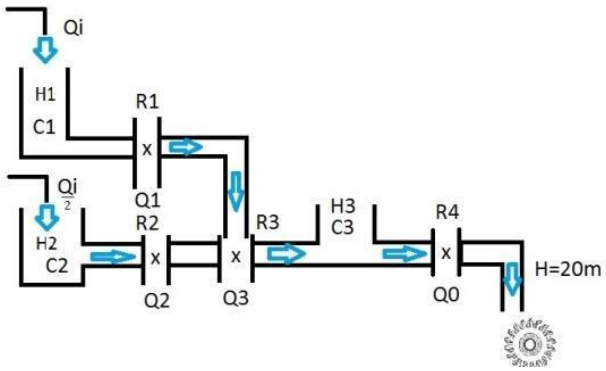


Figura1 1. Sistema hidráulico para analizar

Teniendo en cuenta la bibliografía consultada se tienen los siguientes valores para el análisis del sistema.

Q_i = 450 m^3/s

Q_2= 200 m^3/s

Q_3 = 675 m^3/s

C_1 = 100KL

C_2 = 200KL

C_3 = 900KL

R_1 =12

R_2 =6

R_3 =10

R_4 =2

Una vez se tienen estos valores se plantean las ecuaciones respectivas:

$$C_1 = \frac{Qi - Q1}{dh1} \qquad R_{1=} \frac{H1 - H3}{Q1 + Q3}$$

$$R_{2=} \frac{H2 - H3}{Q2 - Q3}$$

$$C_2 = \frac{\frac{Qi}{2} - Q2}{dh2} \qquad R_{3=} \frac{(H1 + H2) - H3}{Q3}$$

$$R_{4=} \frac{H3 - 0}{Q0}$$

$$C_3 = \frac{Q3 - Q0}{dh3}$$

$$H_{3=} R_4 Q_0$$

$$H_{2=} R_2(Q_2 - Q_3) + R_4 Q_0$$

$$H_{1=} R_3 Q_3 - R_2 Q_2 - R_2 Q_3$$

$$Q_{1=}(\frac{R_3 Q_3 - R_2 Q_2 - R_2 Q_3 - R_4 Q_0}{R_1} - (DH_3 C_3 + Q_0)$$

$$Q_{2=} DH_2 C_2 + \frac{Q_i}{2}$$

$$Q_{3=} DH_3 C_3 + Q_0$$

Una vez planteadas las ecuaciones se realizan los despejes necesarios y se encuentra la función de transferencia.

$$\frac{Q_i}{Q_0} = \frac{2R_1 - R_3 - R_2 + R_4}{R_1 - R_2}$$

$$\frac{Q_0}{Q_i} = \frac{R_1 - R_2}{2R_1 - R_3 - R_2 + R_4}$$

$$Q_{0=} \frac{Q_i(R_1 - R_2)}{2R_1 - R_3 - R_2 + R_4}$$

$$Q_{0=} \frac{450m^3/s\,(12-6)}{24-10-6+2}$$

$$Q_{0=} 270m^3/s$$

Para finalizar, cuando se obtiene el valor del flujo de salida, se calcula la potencia que inyecta la hidroeléctrica.

$P = H * \rho * g * Q_0$

$P=20\ m * 1000Kg/m^3 * 9.84m/s^2 * 270m^3/s = 53.13Mw$

$I = 7\ A \qquad V=\frac{P}{I}$

V= 7.59 MV AL 100% Voltaje sistema hídrico
V= 5.84 MV AL 77% Voltaje sistema hídrico

4. SIMULACIÓN EN EL TOOLBOX FUZZY

En la actualidad existen diferentes formas de realizar este tipo de análisis, están los cálculos matemáticos y el uso de técnicas de inteligencia computacional como en este caso.

En este artículo se desea encontrar por medio de lógica difusa, como debe ser el comportamiento del flujo de entrada en los dos embalses si se tienen cargas lineales agrupándolas en tres grupos baja carga, media carga y alta carga. A continuación se muestran las reglas y la configuración de las entradas y salidas en Matlab.

En la figura 2 se puede ver la configuración de la entrada del tanque 1 o embalse 1.

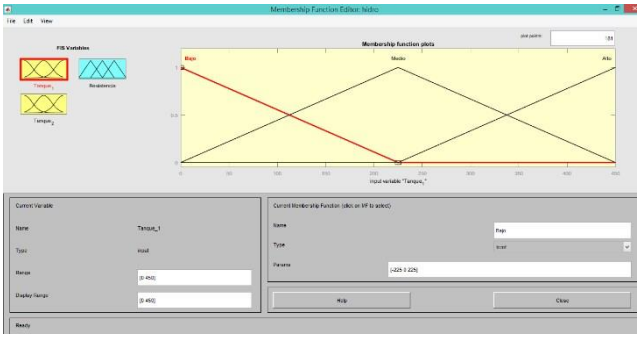


Figura2. Configuración en fuzzy del tanque 1

En la figura 3 se puede ver la configuración de la entrada del tanque o o embalse 2.

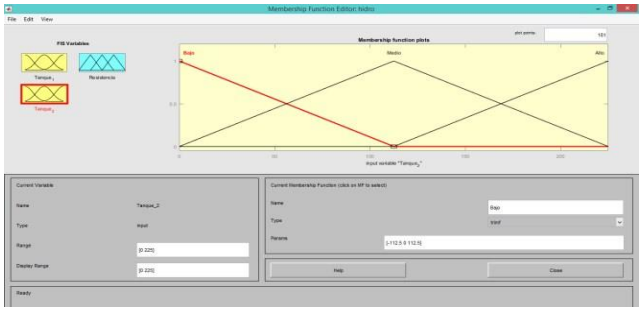


Figura3.Configuración en fuzzy del tanque 2

En la figura 4 se puede ver la configuración de la salida de la carga (resistencia).

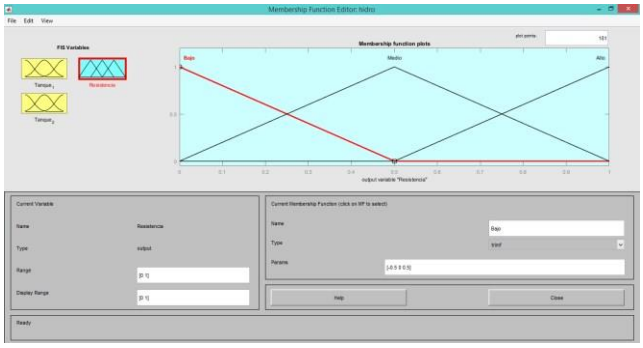


Figura 4. Configuración en fuzzy de la resistencia

La reglas planteadas para el ejercicio fueron las siguientes:

1. Si T1 es bajo y T2 bajo la resistencia es baja
2. Si T1 es bajo y T2 alto la resistencia es media

3. Si T1 es alto y T2 bajo la resistencia es media
4. Si T1 es alto y T2 alto la resistencia es alta
5. Si T1 es medio y T2 medio la resistencia es media
6. Si T1 es mdio y T2 alto la resistencia es alta
7. Si T1 es medio y T2 bajo la resistencia es media
8. Si T2 es medio y T1 bajo la resistencia es baja
9. Si T2 es medio y T1 alto la resistencia es alta

En la figura 5 se puede ver la interfaz donde se ingresan las reglas anteriormente planteadas.

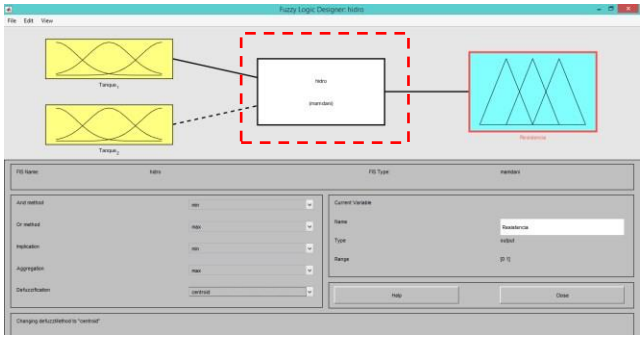


Figura 5. Interfaz para el registro de las reglas

5. ANALISIS DE RESULTADOS

Luego de ingresar los datos se corre la simulación obteniendo los resultados que se ven en las figuras 6 ,7, 8 Y 9.
En la figura 6 se puede observar las reglas planteadas y el resultado del centroide.
El resultado del centroide para este ejercico es de 0,5

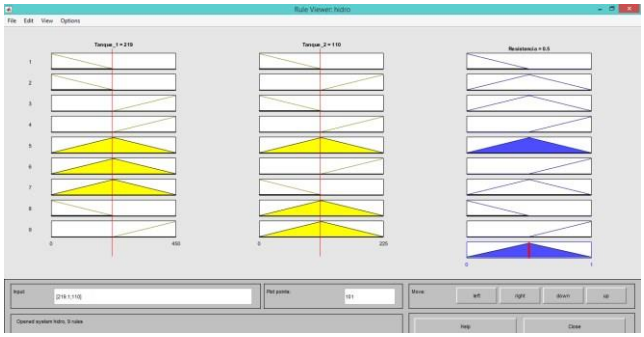


Figura 6. Reglas y resultado de centroide

En la figura 7 se puede observar los resultados de cómo se comporta la resistencia con base al tanque 1.

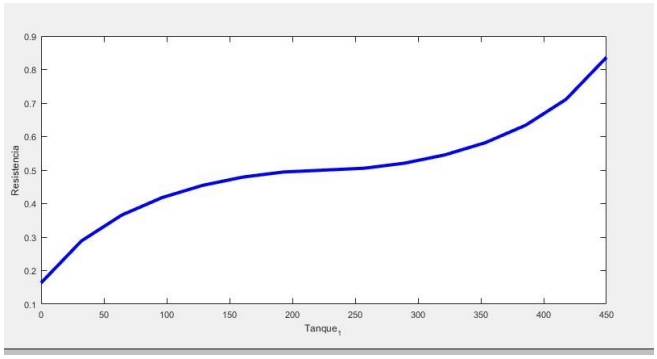


Figura 7. Comportamiento de la resistencia vs tanque 1

La figura anterior muestra que si el embalse 1 cuenta con poco flujo solo se podría generar potencia para conectar una resistencia baja, si este cuenta con un flujo medio se podría generar potencia para conectar una carga media y si este cuenta con un flujo alto se podría generar potencia para conectar una carga alta.
En la figura 8 se puede observar los resultados de cómo se comporta la resistencia con base al tanque 2

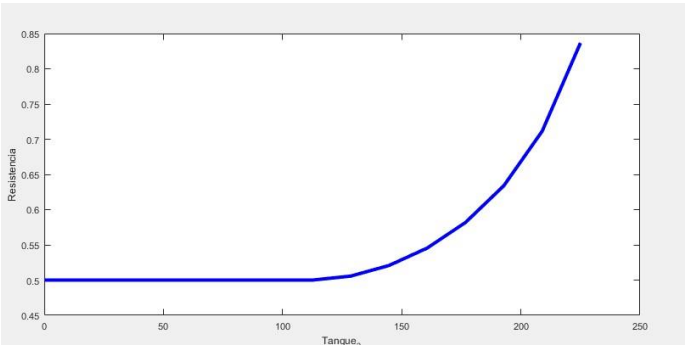
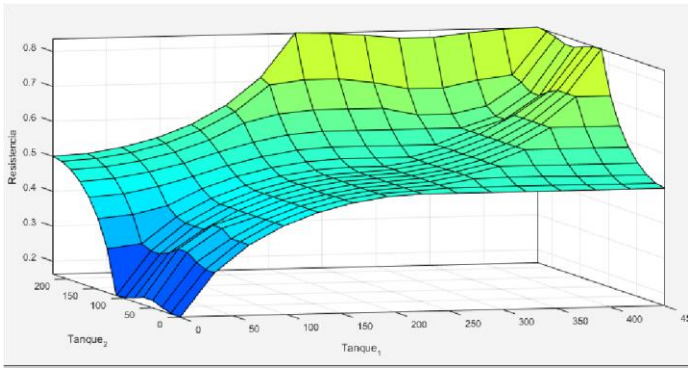


Figura 8.Comportamiento de la resistencia vs tanque 2

La figura anterior muestra que el funcionamiento del embalse 2 se podría generar potencia para conectar una carga media; ademas que al aumentar el flujo de este embalse va aumentado de forma cuadratica la carga que se puede conectar.

En la figura 9 se puede observar los resultados de cómo se comporta la resistencia vs a los dos tanques.



6. CONCLUSIONES

Teniendo un flujo de entrada de 450m3/s para el tanque uno y 225m3/s para el tanque dos, una vez realizado el modelamiento se puede concluir que la potencia inyectada a un sistema con la hidroeléctrica planteada es de 53.13Mw.

Si entra en funcionamiento solo el tanque uno, con poco flujo se podría generar potencia para conectar una resistencia baja, si este cuenta con un flujo medio se podría generar potencia para conectar una carga media y si este cuenta con un flujo alto se podría generar potencia para conectar una carga alta.

Si entra en funcionamiento solo el tanque dos, máximo se podría generar una potencia para conectar una carga media.

Si la carga del sistema es media o baja solo con que el tanque uno entre en funcionamiento y cuente con un qi> 30m3/s podria generar la potencia para conectarla y se ahorarrian costos de conexón de un tanque dos; para el caso en que la carga sea alta se necesita obligatoriamente que qi>400 m3/s por lo que tendria minimo que estar en funcionamiento el 88% del tanque uno o de lo contrario se haria neceario conectar el tanqe dos.

REFERENCIAS

[1] «Banco Mundial,» 15 Septiembre 2015. [En línea]. Available: http://www.bancomundial.org/es/topic/hydropower/overview . [Último acceso: 15 Mayo 2017].

[2] «LR,» 21 Febrero 2015. [En línea]. Available: http://www.larepublica.co/tres-nuevas-hidroeléctricasgenerarán-517-megavatios-más-para-colombia-esteaño_222631. [Último acceso: 15 Mayo 2017].

[3] «UPME,» 22 Diciembre 2015. [En línea]. Available: http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Expansion/2016/Plan_E xpansion_GT_2015-2029/Plan_GT_2015-2029_VF_22-122015.pdf. [Último acceso: 15 Mayo 2017].

[4] «Servidor de la Biblioteca de Ingeniería. Universidad deSevilla,» Diciembre 2012. [En línea]. Available: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70392/fichero/TFM_S ara_Trujillo.pdf. [Último acceso: 15 Mayo 2017].

[5] G. M. Luna, *Introducción a la lógica difusa*, Francia, 2002.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BLOQUEO DEL ENCENDIDO DE UNA MOTO POR NIVEL DE ALCOHOLEMIA EN EL CONDUCTOR, TENIENDO EN CUENTA TÈCNICAS DE MINERIA DE DATOS.

EVY FERNANDA TAPIAS FORERO
Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Grupo de investigación GCEM
eftapiasf@correo.udistrit al.edu.co

ROGER RANGEL DE LA PEÑA
Universidad de Antioquia
Coordinador de la facultad de mecatrónica de Teinco
dpmecatronica@teinco.ed u.co

JOSÉ ALEJANDRO TRIANA ACELAS
Corporación tecnológica industrial de Colombia
Alejandrotriana09@gm ail.com

DIEGO ALEJANDRO TEUTA SOLER
Corporación tecnológica industrial de Colombia
dialteso21@gmail.com

RESUMEN

En este artículo se determinó con técnicas de minería de datos que el nivel de alcohol de un conductor es un factor determinante en los accidentes de motos en Colombia, luego se realizó el sistema de bloqueo de una moto utilizando un sensor MQ – 03, el cual envía una señal a un pic 16F877A para dar una respuesta específica, que permita establecer los niveles de alcohol de la persona que conduce, y teniendo en cuenta lo anterior encender o no una moto.

Para ello se realizaron varias simulaciones en weka y una simulación en proteus 8.0 en donde se estableció la comunicación desde el casco (sensor de alcohol) hasta el sistema de bloqueo (moto), para finalizar se realizan las respectivas conclusiones.

PALABRAS CLAVE

Sistema de bloqueo, minería de datos e indicadores de alcoholemia.

ABSTRACT

It was decided to implement and carry out the simulation on motorcycles because of the high risk of accidents; according to the statistics obtained from the last 4 years, it is evident that the risk of accident when driving a motorcycle is 15.6% compared to driving a car that is 1.2% per 100.000 inhabitants.

It seeks to carry out the development and its corresponding implementation in each motorcycle at national level, to enforce the norm and avoid accidents with high risk of mortality in drivers as well as to third parties

INTRODUCCIÓN

A nivel Internacional, Nissan desarrolló en el 2007 un prototipo en el que implementando sensores de alcohol en el entorno del conductor, reconocimiento facial, que analiza los movimientos de los ojos para detectar si el conductor se está quedando dormido a la fecha no circula en las calles [1].

A nivel Nacional se tocó el tema en el 2014 y 2016 con ayuda del Mitic, los emprendedores Watch Driver, desarrollaron un dispositivo que permite bloquear un vehículo al querer conducir en estado de embriaguez, en el desarrollo implementaron un sistema con reconociendo facial, esto brinda un porcentaje mínimo de vulnerabilidad

[2] .

Por otra parte, estudiantes del sena realizaron una investigación para enfocar el desarrollo por medio de una tarjera electrónica de un bloqueo de vehículos [3].

La idea principal para la implementación de este proyecto es poder ayudar con tecnología a bajar el índice de mortandad en los accidentes de tránsito, interviniendo en uno de los vehículos con más número de usuarios Colombia, las cuales son las motocicletas.

En este artículo se realiza el bloqueo de una moto utilizando el sensor MQ – 03, el cual envía una señal a un pic 16F877A para dar una respuesta específica, que permita establecer los niveles de alcohol de la persona que conduce, y teniendo en cuenta lo anterior encender o no una moto.

MARCO TEÓRICO

Para realizar este artículo se verificaron estadísticas de accidentalidad en motociclistas por conducir en estado de embriaguez, se revisaron diferentes sensores utilizados para medir el nivel de alcohol y se seleccionaron dos técnicas de minerías de datos para analizar que el alcohol es uno de los factores más influyentes para accidentes de tránsito.

Accidentabilidad en diferentes vehículos por cada 100.000 habitantes en Colombia.

De acuerdo a las estadísticas obtenidas de los últimos 4 años, se evidencia que el riesgo de accidentalidad al conducir una motocicleta es del 15,6% frente al conducir un automóvil que es del 1,2% por cada 100.000 habitantes, En la figura 1 se puede ver esa accidentabilidad del 2013 hasta el 2016.

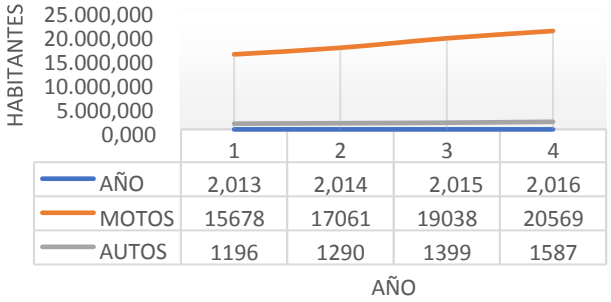


Figura 1. Accidentabilidad por cada 100.000 habitantes en Colombia. FUENTE (Ministerio de transporte).

Comparación entre diferentes sensores

Para seleccionar que sensor se va a utilizar se seleccionaron varios sensores y se realizó una comparación entre ellos

MODELO	TIPO DE SENSOR	TENSION	SENSIBILIDAD
MQ3	Potencio - métrico	5V DC or AC Circuit	200ppm
MR513	Conducti - métrico	3.0 +/- 0.1 DC	100ppm
TGS2620	Conducti - métrico	5.0 +/- 0,2 V DC / AC	50 - 5000ppm
MQ303	Potencio - métrico	2.2 +/- 0.20 V DC / AC	20 - 10000ppm

Tabla 1. Cuadro de comparación de sensores

Una vez comparados varios sensores se seleccionó el sensor MQ Debido A una relación beneficio – costo.

Sensor Alcoholímetro MQ–3.

El sensor MQ – 3 es ideal para detectar la concentración de alcohol de una persona, su funcionamiento es similar al de un alcoholímetro común.

Posee un tiempo de respuesta rápido debido a su alta sensibilidad. El sensor proporciona una salida analógica resistiva basada en la concentración de alcohol.

Técnicas de minería de datos utilizadas en el artículo

Método de reglas - OneR: Es uno de los clasificadores más rápidos y sencillos; selecciona el atributo que mejor representa la clase de salida. Cuando los atributos son de tipo numérico, asigna umbrales para hacer reglas con la mejor taza de aciertos [4].

Método de bayesiano – NayveBayes: El algoritmo es ampliamente usado en procesos de clasificación, basado en una red Bayesiana. Este método toma todos los atributos como independientes entre sí, dando lugar a un modelo de un único nodo raíz, correspondiente a la clase, en donde todos los atributos tienen como único origen a la variable clase [4].

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Una vez que se obtuvieron los datos de las estadísticas de accidentes en Colombia se utilizó la técnica de Bayes y la técnica oneR con el fin de saber las causas más probables de estos y se encontró que el género, el estado de alcohol y falta de cumplimiento de las normas eran las causas que dan el 80% de los accidentes registrados. En la tabla 2 se ven los resultados obtenidos en el software weka.

Tabla 2. Resultados de clasificación de datos

MÉTODO	ATRIBUTO SELECCIONADO	PORCENTAJE DE DATOS CORRECTAMENTE CLASIFICADOS
OneR	Nivel de alcohol	79
NayveBayes	Nivel de alcohol	81

En la figura 2 se puede ver en azul (muertos por accidentes de tránsito) y en rojo (accidentes de tránsito sin muertos) el número 1 es sin consumir alcohol y el número dos luego de consumir alcohol.

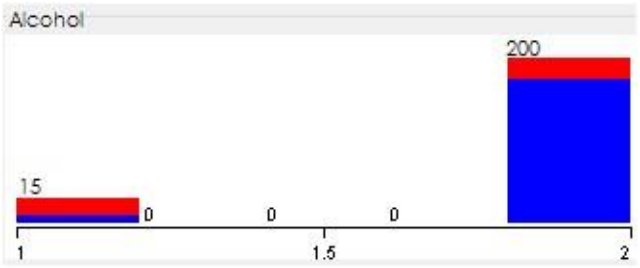


Figura 2. Distribución de los datos de accidentes por nivel de alcohol

DISEÑO ELECTRONICO DEL SISTEMA

Se toma un sensor MQ – 03, el cual envía una señal a un pic 16F877A para dar una respuesta específica, que permita establecer los niveles de alcohol de la persona que conduce, y teniendo en cuenta lo anterior encender o no una moto.

Lo primero que se realizó fue seleccionar varias bebidas con diferente nivel de alcohol.

Este sensor se conecta a un pic 16F877A donde se obtuvo datos de medición del sensor contra el voltaje de alimentación, es decir se procede a instalar en pin A out una resistencia 100 KΩ para respectiva calibración de sensibilidad del sensor, en D out se obtuvo lectura de multímetro, el resultado del análisis es directamente proporcional al porcentaje de alcohol, es decir que al aumentar el porcentaje de este aumenta el voltaje. Esto se puede ver en la figura 2.

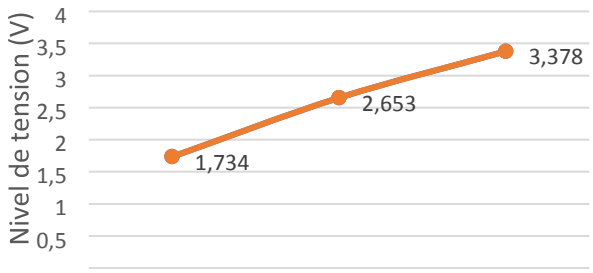


Figura 3.Nivel de alcohol vs nivel de tensión

ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez obtenido los resultados se establecen los límites de tensión con los que se bloqueará el sistema de la moto con base en la normatividad Colombiana.

Tabla 3. Grados de alcoholemia vs tensión

Grado	Alcohol en sangre (mg)	Tensión (V)
0	20-39	1,734
1	40-99	5,202
2	100-149	6,936
3	150	13,872

Teniendo en cuenta la tabla anterior cuando se tenga un nivel de tensión de 5,202V se bloqueará el sistema de encendido de una moto.

CONCLUSIONES

El alcoholismo es un factor determinante en los accidentes de motos en Colombia, esto se puede concluir ya que un 57% de los datos analizados de accidentes fueron por conducir en estado de embriaguez.

Un sistema de bloqueo como el desarrollado tiene una buena relación beneficio costo, ya que es económico y podría prevenir accidentes en motos por conducir bajo altos niveles de alcohol.

REFERENCIAS

[1] Nissan, «Nissan Colombia,» 2015. [En línea]. Available: (https://www.motorpasion.com/prototipos/unprototipo-de-nissan-detecta-si-estas-borracho-y-note-deja-conducir). [Último acceso: 6 Junio 2017].

[2] B. Becares, «Silcom week,» 26 Agosto 2014. [En línea]. Available: http://www.siliconweek.com/cloud/watch-driver-elnuevos-dispositivo-para-controlar-a-conductoresebrios-53739. [Último acceso: 6 Junio 2017].

[3] E. espectador, «Periodico el espectador,» 28 Junio 2014. [En línea]. Available: http://www.elespectador.com/tecnologia/creantarjeta-bloquea-encendido-de-auto-si-el-conductorarticulo-524646. [Último acceso: 4 Marzo 2017].

[4] L. Corso, Aplicacion de algoritmos de clasificación supervisada, Bogotá, 2007.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA DISEÑO DE SOFTWARE EN DISPOSITIVOS MÓVILES

CARLOS ALBERTO VANEGAS
Universidad DistritalF.J.C.
Bogotá, Colombia
cavanegas@udistrital.edu.c

ROCÍO RODRÍGUEZ GUERRERO
Universidad DistritalF.J.C.
Bogotá, Colombia
rrodriguezg@udistrtal.edu.co

ANDRÉS MORALES
Universidad DistritalF.J.C.
Bogotá, Colombia
Orion2264@hotmail.com

RESUMEN

Las comunicaciones en especial las inalámbricas han tenido un gran crecimiento tecnológico y las prestaciones que se han incorporado a los dispositivos móviles han permitido el desarrollo de *aplicaciones móviles* cada vez más complejas con la posibilidad de versionarse con mayor rapidez, convirtiéndose así en aplicaciones de preferencia para millones de usuarios, sin embargo, la creciente popularidad de estos dispositivos va acompañada de amenazas cada vez más preocupantes a la seguridad de la información de quien las utiliza, este artículo realiza una análisis de las vulnerabilidades a las que está expuesta la información almacenada en un dispositivo móvil y las posibles acciones a tomar al momento de diseñar aplicaciones que ofrezcan un nivel de seguridad y confiabilidad a los datos que se almacenan.

PALABRAS CLAVES

Seguridad**,** información**,** dispositivos móviles, vulnerabilidades, riesgos, prevención.

ABSTRACT

Communications, especially the wireless ones have had a great technological growth and the benefits that have been incorporated to the mobile devices have allowed the development of increasingly complex mobile applications with the possibility of being versioned more quickly, turning into applications of preference for

Millions of users. However, the increasing popularity of these devices is followed by threats of increasing concern to the security of the information of those who use them. This article performs an analysis of the vulnerabilities to which the information stored in a Mobile device is exposed and the possible actions to be taken when designing applications that offer a level of security and reliability to the data that is stored.

KEYWORDS

Security, information, mobile devices, vulnerabilities, risks, prevention.

1 INTRODUCCIÓN

Los dispositivos móviles iniciaron como solo un medio de comunicación de voz (ver figura 1) ahora se han convertido en sofisticados y compactos computadores personales esenciales para las persona, pues combinan su capacidad de computo con rápidas velocidades de comunicación, su conexión a redes como Internet y otras permiten que se utilicen para diferentes labores ya sea en el hogar, el trabajo, la universidad, etc.

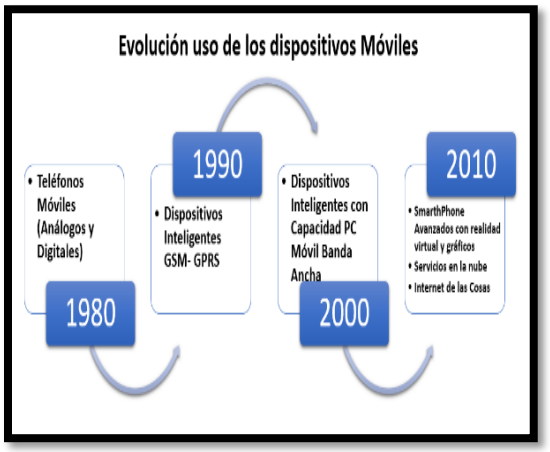


Figura No1. Evolución de los dispositivos móviles

En Colombia al cierre del tercer trimestre del 2016, el número total de suscriptores a Internet estaba compuesto principalmente por accesos móviles a Internet con 9.240.559 suscripciones y una participación del 61%; mientras que los suscritores fijos a Internet alcanzaron los 5.889.626 suscriptores y una participación del 39%. [6], como se observa en el grafico 2 la suscripción a internet para dispositivos móviles ha aumentado de 5.459.004 en el tercer trimestre de 2015 a 9.240.559 al tercer trimestre de 2016, dado el uso de estos

[6] Boletín Trimestral de las Tics. Cifras del Tercer Trimestre de 2016.Ministerio de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones. República de Colombia. Enero 2017. http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-47512_archivo_pdf.pdf

dispositivos la seguridad ha cobrado mayor auge puesto que el incremento de ataques también ha aumentado, información personal y confidencial que en ellos se almacena y las operaciones y transacciones realizadas a través de ellos, por ejemplo el pago de tarjetas de crédito o compras online.

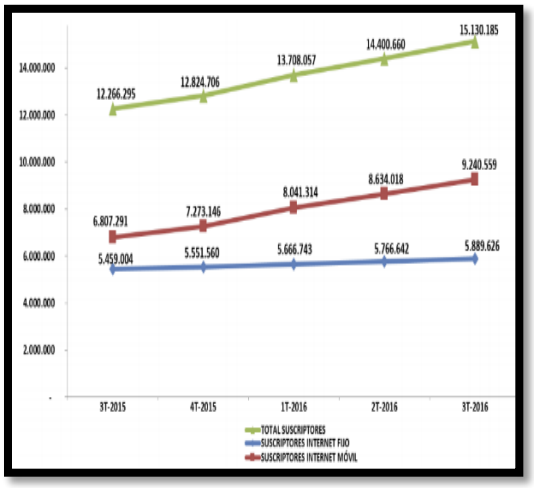


Gráfico 1. Comportamiento de suscriptores a internet fijo dedicado y móvil

Como se observó (solo en Colombia), los dispositivos móviles han ido ganando suscriptores a redes como Internet pero va creciendo los riegos a los que se enfrentan sus usuarios debido a vulnerabilidades existentes en los protocolos y estándares como GSM (´ Global System for Mobile Communications), SMS (Short Message Service), MMS (Multimedia Messaging Service), Bluetooth,WiFi, entre otros [1], [2], [3].

Para balancear la ecuación, los desarrolladores de aplicaciones deben estar conscientes de las estrategias de defensa contra los ataques y también deben considerar atender algunos de los factores que contribuyen a un número de ataques: [4]:

- La mayoría de los desarrolladores de aplicaciones no son expertos en seguridad y probablemente no conocen la mayoría de las vulnerabilidades.
- Muchos no conocen las buenas prácticas de seguridad para desarrollo de aplicaciones.
- Frecuentemente se le da prioridad a la funcionalidad y las preocupaciones de seguridad son atendidas después como soluciones adaptadas.
- El entorno en el que las aplicaciones son implementadas tiene un alto rango de cambio, incluyendo actualizaciones al código de aplicación mismo así como a la infraestructura. Algunos de estos cambios no son investigados o probados por los profesionales de seguridad apropiados.

2 AMENAZAS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS EN LA COMUNICACIÓN DE DISPOSITIVOS MÓVILES[7 8]

La vulnerabilidad en un teléfono móvil puede agruparse por: sistema operativo, protocolos de comunicación, servicios y aplicaciones [5], la figura 2, muestra un listado de posibles amenazas respecto al servicio del móvil.

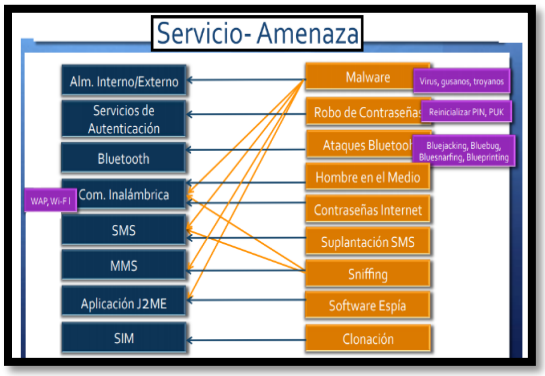


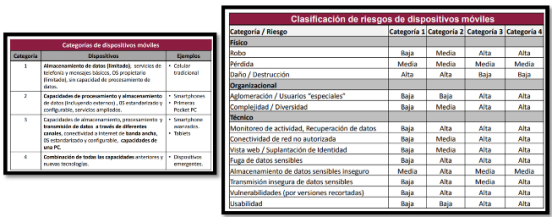
Figura No 2. Listado de posibles Amenazas respecto al servicio del móvil.
Fuente: Beatriz L, Rosales M. Análisis y Explotación de vulnerabilidades en Smartphone. Congreso Seguridad en Computo. Disponible: https://congreso.seguridad.unam.mx/2011/memorias/files/s_BeatrizLopez.pdf

Los dispositivos móviles están en continua mejora tecnológica tanto hardware como software, debido al incremento comercial de estos, es por eso que, así como los computadores los dispositivos móviles son atacados por amenazas aprovechando las vulnerabilidades y riesgos presentes, debido a esto se implementa en el sistema capas de seguridad que permiten mayor protección de la información, sin embargo las nuevas funcionalidades ofrecidas por los dispositivos móviles que están en constante mejora, las amenazas y vulnerabilidades también se presentan, cambian y mejoran constantemente afectando la integridad de la información almacenada, uno de los casos más comunes son:

- **Masquerading:** el cual consiste en suplantar la identidad de alguna de las entidades del sistema con el fin de poder tener acceso a los recursos. Este ataque radica directamente en la propiedad de autenticación.
- **Denegación del servicio:** este ataque consiste en que el servicio no esté disponible para los usuarios legítimos o que el servicio se retrase o sea interrumpido.
- **Eavesdropping:** Este ataque permite obtener información de una comunicación de la que no es emisor ni receptor, este tipo de ataque se clasifica como ataque pasivo, debido a que los atacantes obtienen la información del tráfico de datos, sin embargo, no pueden realizar ninguna acción sobre la red ni sobre la información que circula.
- **Confidencialidad de posicionamiento:** en este caso el atacante obtiene la posición física de un dispositivo móvil y por lo tanto la de su dueño, este tipo de ataques pueden afectar la privacidad de la persona, en tanto pueda ser localizada en cualquier momento por el simple hecho de tener un dispositivo móvil.

Para Arnulfo Espinosa Domínguez, los dispositivos móviles se pueden clasificar en 4 categorías, esta clasificación le permitió establecer los posibles riesgos a los que está expuesto un dispositivo móvil (físico, organizacional y técnico) [6], como se observa en la figura 3. La identificación de controles teniendo en cuenta los anteriores riesgos respecto a la capa del sistema operativo van enfocados a propender por: un modelo de seguridad, seguridad de lado de proveedor y de parches y control remoto, respecto a la capa de

Hardware están enfocados a: la protección del firmware, la seguridad embebida en el dispositivos y el Cifrado entre otros.



Categorías de dispositivos móviles

Categoría	Dispositivos	Ejemplos
1	**Almacenamiento de datos (limitado)**, servicios de teléfono y mensaje básicos, OS propietario limitado, sin capacidad de procesamiento de datos.	• Celular tradicional
2	**Capacidades de procesamiento y almacenamiento** de datos (incluyendo externos), OS estandarizado y configurable, servicios ampliados.	• Smartphones • Primeros Pocket PC
3	Capacidades de almacenamiento, procesamiento y **transmisión de datos a través de diferentes canales**, conectividad a Internet de **banda ancha**, OS estandarizado y configurable, **capacidades de una PC**.	• Smartphones avanzados. • Tablets
4	**Combinación de todas las capacidades** anteriores y nuevas tecnologías.	• Dispositivos emergentes

Clasificación de riesgos de dispositivos móviles

Categoría / Riesgo	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Físico				
Robo	Baja	Media	Alta	Alta
Pérdida	Media	Media	Media	Media
Daño / Destrucción	Alta	Alta	Baja	Baja
Organizacional				
Aglomeración / Usuarios "especiales"	Baja	Baja	Alta	Alta
Complejidad / Diversidad	Baja	Media	Alta	Alta
Técnico				
Monitoreo de actividad, Recuperación de datos	Baja	Alta	Alta	Alta
Conectividad de red no autorizada	Baja	Media	Alta	Alta
Vista web / Suplantación de identidad	Baja	Media	Alta	Alta
Fuga de datos sensibles	Baja	Alta	Alta	Alta
Almacenamiento de datos sensibles inseguro	Media	Alta	Media	Media
Transmisión insegura de datos sensibles	Baja	Alta	Media	Alta
Vulnerabilidades (por versiones recortadas)	Baja	Alta	Alta	Alta
Usabilidad	Baja	Baja	Alta	Alta

Figura No 3. Posibles riesgos a los que está expuesto un dispositivo móvil

3 MECANISMOS DE PREVENCIÓN EN ENTORNOS INALÁMBRICOS[7 8]

El uso de entornos inalámbricos para aplicaciones usadas en dispositivos móviles requiere un grado de seguridad elevado, es por eso que se usan técnicas para prevenir riesgos en la seguridad, que permiten distinguir entre las que trabajan en el nivel físico de la comunicación y las que trabajan en los demás niveles. En el caso del nivel físico se aplica la técnica de difusión de espectros, esta se basa en fraccionar la señal de radio y transmitirla de manera que es tan débil que apenas puede ser percibido por diferentes frecuencias, de esta forma si no se puede saber cómo la señal ha sido distribuida por las diferentes frecuencias, no es posible la reconstrucción debido a las diferentes señales que se reciben en cada frecuencia que son percibidas como ruido. También el uso de la criptografía permite conseguir buenos niveles de seguridad, ya que se puede obtener servicios de autenticación y confidencialidad lo cual alcanzan las propiedades de seguridad ayudando a reducir los posibles ataques exitosos.

- **Mecanismos de prevención en el sistema operativo de los dispositivos móviles.**

Los recursos de la información que son gestionados por el sistema operativo están en constante riesgo, por eso es importante verificar que mecanismos de seguridad disponen los sistemas operativos, como son los *privilegios de usuarios, el aislamiento de procesos y las actualizaciones*.

- **Mecanismos de prevención en aplicaciones móviles**

Desde la capa de aplicaciones se manejan varios mecanismos uno de estos es la capa de seguridad utilizando los mercados de aplicaciones. Ya que casi toda la seguridad se ha ido centrando en la creación de puntos centralizados de descargas de forma segura y poder gestionar las aplicaciones, es por eso que cada mercado de aplicaciones tiene políticas restrictivas en el contenido o su nivel de peligrosidad. Se cuenta con dos grupos.

4 CONCLUSIONES

- Como se observó los dispositivos móviles son cada vez más complejos y generan cantidades relevantes de eventos y registros (logs) asociados a su uso y a la ejecución de las diferentes aplicaciones disponibles, es de vital importancia tener en cuenta las capacidades de trazabilidad, que registran los eventos, para obtener y procesar los logs generados, con el fin de analizar las actividades llevadas a cabo en los dispositivos y detectar posibles anomalías, intrusiones e incidentes de seguridad.

- Las aplicaciones desarrolladas e instaladas sobre los dispositivos móviles, siempre deberían proporcionar diferentes opciones y mecanismos para la generación y el almacenamiento de logs.

- Las aplicaciones de cifrado de datos, cortafuegos, antivirus, sistemas de detección de intrusos, soluciones anti-spam, y capacidades VPN, son aplicaciones requeridas en los dispositivos móviles dado los riesgos a los que están expuestos.

REFERENCIAS

[1] E. V. Carrera and J. P. Albuja, "Secure and efficient SMS communication," Trends, vol. 3, no. 3, pp. 81–87, June 2009.
[2] E. Ferro and F. Potorti, "Bluetooth and wi-fi wireless protocols: A survey and a comparison," IEEE Wireless Communications, vol. 12, pp. 12–26, 2004.
[3] M. Toorani and A. A. Beheshti, "Solutions to the gsm security weaknesses," in II International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services, and Technologies, Cardiff, UK, September 2008, pp. 576–581.
[4] Santiago C and Hondo M, "Diseño de seguridad de aplicaciones de escritorio y móviles de Web 2.0".IBM. Agosto de 2011.
Disponible en:https://www.ibm.com/developerworks/ssa/rational/library/desktop-mobile-application-security-design/index.html
[5]Beatriz L, Rosales M. Análisis y Explotación de vulnerabilidades en Smartphone. Congreso Seguridad en Computo
Disponible : https://congreso.seguridad.unam.mx/2011/memorias/files/s_BeatrizLopez.pdf
[6] Espinosa A, Vicepresidente ISACA 2014. La información se mueve, ¿tu seguridad también?. disponible:http://www.isaca.org/chapters7/Monterrey/Events/Documents/20140409%20La%20Informacion%20se%20Mueve.pdf
[7]«Seguridad en dispositivos movíles», *Seguridad en dispositivos movíles*. [En línea]. Disponible en: https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_6).pdf.

[8] Jose Manuel Ortega, «Seguridad en Dispositivos Móviles», *Seguridad en Dispositivos Móviles*. [En línea]. Disponible en: https://revista.eps.ua.es/index.php/informatica/449-seguridad-en-dispositivos-moviles.

[9] O. B. J. SONIA ELIZABETH ERASO HANRRYR, «Seguridad en dispositivos móviles ANDROID», *Seguridad en dispositivos móviles ANDROID*. [En línea]. Disponible en: http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3614/1/59836994.pdf.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

ANÁLISIS DE LECTORES BIOMÉTRICOS DE HUELLA DACTILAR IMPLEMENTADOS EN UNA RASPBERRY PI

MARCO ANTONIO BRUNO
Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero
mbruno@uagro.mx

ANTONIO ALARCÓN PAREDES
Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero
aalarcon@uagro.mx

GUSTAVO ALONSO SILVERIO
Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero
gsilverio@uagro.mx

RESUMEN

Los sistemas embebidos están tomando cada vez más importancia en nuestra vida cotidiana, pues contribuyen a elevar la productividad y competitividad en un mundo cada vez más globalizado. La reducción en los costos de los componentes electrónicos ha aumentado el número de plataformas de hardware que soportan el sistema operativo Linux, las cuales son muy comunes en productos comerciales; una de ellas es Raspberry Pi. En este documento se presenta un análisis de distintos lectores de huella dactilar que pueden ser implementados posteriormente en el desarrollo de sistemas de bajo costo basados en este indicador biométrico utilizando una Raspberry Pi.

PALABRAS CLAVE

Sistemas embebidos, biometría, huellas dactilares, Raspberry Pi.

ABSTRACT

Currently, embedded systems have an increasingly importance in our day lives, as they contribute to raising productivity and competitiveness in an increasingly globalized world. The reduction of the costs in electronic components has given the opportunity to develop a range of platforms supporting the Linux operating system, which are very common in commercial products; an example of the latter is Raspberry Pi. In this paper, an analysis of different fingerprint readers that can be implemented in the development of low cost systems based on this biometric indicator on a Raspberry Pi, is presented.

KEYWORDS

Embedded Systems, biometric, fingerprint, Raspberry Pi

INTRODUCCIÓN

Un sistema embebido es un sistema computacional diseñado para realizar una o más funciones dedicadas, en donde la mayoría de los componentes están incluidos en la placa base (tarjeta de video, audio, microprocesador, etc.). En la actualidad, los sistemas embebidos se encuentran en auge, ya que pueden encontrarse en una múltiple gama de productos, *e.g.*, relojes, parquímetros, máquinas expendedoras o sistemas de control de acceso. Muchas veces los dispositivos resultantes no tienen el aspecto que se asocia normalmente a una computadora ya que están orientados a minimizar los costos económicos. El crecimiento en la industria electrónica se ha generado en parte por el aumento en los niveles de integración, es decir la cantidad de transistores que se tienen por mm^2 y el costo inversamente relacionado con dicha cantidad, los altos niveles de integración han permitido construir sistemas más veloces, con mayor cantidad de puertos de fácil interacción con otros dispositivos, permitiendo desarrollar diversos tipos de aplicaciones.

Por otra parte, el uso de métodos de identificación se ha convertido en parte de la seguridad en las organizaciones tanto públicas como privadas para evitar suplantaciones e infiltraciones que tiene como consecuencia robo de información o pérdida de recursos tangibles e intangibles, por lo tanto son cada vez más los desarrolladores de sistemas que buscan implementar nuevos mecanismos de seguridad, pero aún hay un reto por buscar soluciones de bajo costo y el uso de sistemas embebidos combinados con lectores biométricos los hacen una opción muy viable para resolver esa necesidad [1].

Los sistemas de identificación de personas se basan en el principio de identidad esto quiere decir que cada persona es idéntica solo a ella misma. En este sentido, la identidad es representada como un conjunto de elementos, perdurables e inmutables en el tiempo, que hacen única a esa persona.

Las tecnologías biométricas pueden clasificarse atendiendo a muy diversos criterios, por ejemplo: Las más actuales: iris, voz, geometría de la mano, rostro, huella dactilar. No muy utilizadas: medidas del cráneo, termografía facial, patrón de venas de las manos, lóbulos de la oreja, exploración de la retina, huella de la mano, firma manuscrita, dinámica de introducción de teclas sobre un teclado, pigmentación, reflectividad óptica de la piel, forma de andar o de gesticular. Casos especiales: ácidos nucleicos (DNA o ácido desoxirribonucleico y RNA o ácido ribonucleico) [2].

La identificación por huella dactilar es una de las biometrías más conocidas y publicitadas. Gracias a su unicidad y constancia en el tiempo, las huellas dactilares han sido usadas para la identificación por más de un siglo, siendo automatizadas más recientemente (Fig. 1) gracias a los avances en la computación.

Figura 1. Huella dactilar

La identificación por huellas dactilares es popular por su inherente comodidad de adquisición y las numerosas fuentes disponibles para recolección de datos (diez dedos).
Las huellas dactilares han sido uno de los métodos más usados para el reconocimiento humano por la amplia aceptación que tiene entre las personas; los sistemas biométricos automatizados han estado en crecimiento en estos últimos años debido a la determinación y compromiso de la industria, las evaluaciones y las necesidades de los gobiernos del mundo y así como la aportación de las organizaciones encargadas de los estándares de seguridad, esto ha conducido a la siguiente generación en reconocimiento de huellas dactilares, que promete dispositivos más rápidos y de más alta calidad de adquisición para mejorar la exactitud y la confiabilidad.
Sin embargo, el proceso de reconocimiento de huellas dactilares en sistemas embebidos continúa siendo poco explorado debido a la compatibilidad de hardware para realizar la lectura de este indicador biométrico. Por ello, este trabajo consiste en el estudio sobre la viabilidad de integración de lectores biométricos para el reconocimiento de huellas dactilares en una Raspberry Pi, que a la postre pueda ser utilizada para elaborar sistemas complejos diseñados para tener un desempeño competitivo. Asimismo puede ser la base para trabajos futuros ayudando a los desarrolladores de sistemas embebidos a crear proyectos donde sea necesario incluir un lector biométrico de huellas dactilares.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es presentar un análisis de lectores biométricos de bajo costo que puedan ser integrados con una Raspberry Pi, este trabajo pretende ser una guía para la toma de decisiones en trabajos futuros en donde implementar autentificación biométrica a un sistema embebido basado en una Raspberry Pi sea una necesidad.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Problemas en la adquisición de huellas dactilares

El problema en la adquisición de las huellas dactilares en un sistema embebido se puede apreciar en diferentes escenarios por lo cual los desarrolladores siempre están en busca de optimizar los procesos y lograr resultados de calidad, a continuación, se mencionan algunos de los aspectos más relevantes:

- **Falta de documentación en la adquisición de datos crudos provenientes del lector biométrico:** La falta de documentación técnica sobre el funcionamiento de un lector biométrico produce muchas ineficiencias y problemas que podrían ser fácilmente evitados, cuando la única documentación se encuentra a través de la ayuda en foros de desarrolladores será una solución casi imposible de mantener y tendrá un alto índice de errores no esperados en la lectura de datos provenientes del lector, o en el peor de los casos quedar obsoleta en muy poco tiempo.
- **SDK desarrollado para un lenguaje de programación:** Cuando el SDK de desarrollo se encuentra orientado a un lenguaje de programación en particular es una limitación debido a que no todos los lenguajes de programación se pueden implementar con facilidad en un sistema embebido.
- **Tiempo de respuesta en la adquisición de datos:** En sistemas de producción el tiempo de respuesta es un factor muy importante, al trabajar con un sistema embebido estamos limitados a sus capacidades técnicas, y si el SDK utilizado es desarrollado por un tercero podría tenerse un bajo rendimiento en el funcionamiento del dispositivo.
- **Calidad de las imágenes de huellas dactilares:** En el caso de algunos lectores de huellas dactilares, se tiene que trabajar directamente con la imagen adquirida. En este sentido, la calidad de la imagen determina la cantidad de características que podemos extraer de ella.

Dispositivos analizados

Raspberry Pi

Raspberry Pi es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito que tiene muchas de las funcionalidades de una computadora personal, se ha convertido en un dispositivo ampliamente utilizado debido a su bajo costo y al continuo crecimiento de su comunidad de desarrolladores desde su creación, fue desarrollado en reino unido por la fundación Raspberry Pi, con el objeto de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

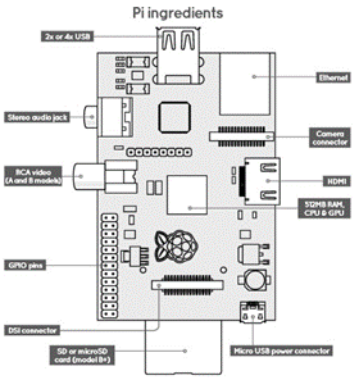


Figura 2. Componentes de una Raspberry Pi

La figura 2. muestra el hardware que integra a la Raspberry Pi cuenta con un chip Broadcom BCM2835, que contiene un procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz, procesador gráfico (GPU) VideoCore IV, módulo de 512 MB de memoria RAM, Conector RJ45 a 10/10 Mbps, 2 lectores USB 2.0, salida analógica de audio por un jack de 3.5 mm, salida digital de video + audio HDMI, salida analógica de video RCA, pines I/O de propósito general, conector de alimentación por micro USB y lector de tarjetas SD.

La Raspberry Pi 3 (dispositivo seleccionado para este trabajo) está diseñada para ejecutar el sistema operativo GNU/Linux, varias distribuciones de Linux han sido portadas al chip Broadcom BCM2835 de la Raspberry Pi, por mencionar algunos ejemplos Debian, Fedora y Arch Linux. Las distribuciones atienden necesidades diferentes, pero tiene una característica en común son de código abierto, además por lo general el software desarrollado es compatible entre si, en este trabajo se utiliza la distribución Raspbian deribada de Debian Wheezy, se utilizó una versión precompilada para la Raspberry Pi.

DIGITAL PERSONA U ARE 4500

El lector biométrico U are 4500 (Fig. 3) es fabricado por la empresa DigitalPersona, está diseñado para la integración con equipos en los que la identificación o verificación de personas sea necesaria, cuenten con una interfaz de comunicación USB (Universal Serial Bus) 2.0, cuenta con un SDK compatible con en el sistema operativo Windows o cualquier distribución basada en el sistema operativo Linux incluso es un módulo muy confiable combinando con la distribución Raspbian orientada a la plataforma Raspberry Pi , además de esto cuenta con librerías diseñadas para algunos de los lenguajes de programación más utilizados como C, C++,C#, Java, VB .NET [3].

Figura 3. Lector de huella U.are.U. 4500

El lector utiliza una tecnología de escaneo óptica para capturar imágenes de alta calidad con una amplia área de captura, para usarlo el usuario deberá colocar su dedo en la ventana transparente y el lector de manera automática escaneara la huella, para más información, una luz roja indica que la imagen de la huella ha sido capturada, la transferencia y cifrado de los de datos se realiza de manera automática a través de la interfaz de comunicación USB gracias a los componentes electrónicos con los que cuenta, se alimenta con una entrada de

5V USB (Universal Serial Bus), las imágenes que se obtiene se encuentran en escala de gris, el peso del sensor es de 105 gramos y las dimensiones son de 36 x 65 x 15.56 mm.

FINGERPRINT SCANNER GT-511C3

El módulo Fingerprint Scanner – TTL (GT511C3) es un dispositivo de bajo costo producido por la SparkFun Electronics, está diseñado para tener una alta integración con Linux, provee de una rápida velocidad y precisión en la identificación de huellas dactilares utilizando el algoritmo SmackFinger 3.0. Cuenta con un CPU de 32 bits a 72 MHz (ARM Cortex M3) además incorpora una base de datos que puede almacenar hasta 200 plantillas de huellas dactilares, puede realizar el reconocimiento de la huella en cualquiera de los 360°. La carga y descarga de plantillas de huellas dactilares se realiza a través de una interfaz de comunicación serial RS-232 utilizando un conector UART acrónimo de (Universal Asynchronous Receiver-Transmiter) a una tasa de comunicación de 9600 baudios por segundo.

Figura 4. Lector de huellas dactilares GT-511C3

La comunicación con el módulo se realiza a través de un protocolo de envío de paquetes, existen tres tipos de paquetes:

- Paquetes de comandos: Se utilizan para indicarle al dispositivo que realice una operación por ejemplo verificar si un dedo está presionando el sensor, capturar una huella, crear una plantilla, obtener una imagen, entre otros.
- Paquetes de respuesta: Los paquetes de respuesta pueden ser de dos tipos y se identifican con el condigo ACK(0x30) y NACK(0x31), el primero indica que un comando se ejecutó correctamente y el segundo cuando se produjo una falla, además en caso de falla el código del error también es proporcionado [6].
- Paquetes de datos: Los campos no tiene una longitud estática debido a que es se utiliza para extraer información como imágenes, plantillas, información referente al dispositivo, entre otros.

ADAFRUIT ZFM-206SA

El sensor biométrico ZFM-206SA (Fig. 5) es fabricado por Adafruit Industries, el sensor realiza procesamiento digital de imágenes interno ya que cuenta con un DSP (Digital Signal Processor), además incluye capacidades de almacenamiento de plantillas de huellas dactilares en su base de datos interna. El sensor funciona con el protocolo serial, por lo cual lo hace de fácil integración a cualquier microcontrolador o

tarjeta de desarrollo la velocidad de comunicación por defecto es de 57600 baudios por segundo, siendo ajustable de 9600 a 115200 baudios por segundo.

Figura 5. Lector de huella Adafruit ZFM-206SA

El dispositivo puede almacenar hasta 162 huellas dactilares, el led del dispositivo se ilumina cuando se encuentra tomando imágenes en busca de huellas dactilares, para poder utilizar el dispositivo es necesario guardar las huellas en la base de datos interna a estas se les asigna un número de identificación, posteriormente se puede iniciar con la secuencia de lectura y comparación para verificar las huellas de los usuarios registrados y así poder ejecutar acciones en base al resultado.

La comunicación con el módulo se realiza a través de un protocolo de envío de paquetes, existen tres tipos de paquetes [7]:

- Paquetes de instrucciones: Se utilizan para indicarle al dispositivo que realice una instrucción por ejemplo comenzar a tomar imágenes, obtener las plantillas almacenas en su base de datos, obtener el número de usuarios almacenados, entre otros.
- Paquetes de confirmación de comunicación: Los paquetes de respuesta pueden ser de dos tipos y se identifican con el condigo 0x00 y 0x01, el primero indica que se la comunicación entre el microcontrolador o tarjeta se realizó correctamente y el segundo cuando se produjo una falla en la comunicación.
- Paquetes de datos: Las plantillas de huellas dactilares tiene un tamaño de 512 bytes.

Software

Python es uno de los lenguajes de programación que permite realizar la interacción entre la Raspberry Pi y los módulos de manera más natural. Para el sensor DIGITAL PERSONA U are U 4500 fue necesario realizar la comunicación a través del puerto USB (Universal Serial Bus) y se utilizó la librería Fprint desarrollada para sistemas operativos basados en Linux pero los desarrolladores recomiendan utilizarla solamente en fase experimental, debido a que se encuentra en desarrollo y podría causar conflictos a la hora de utilizarla en entornos de producción.
Para los sensores FINGERPRINT SCANNER GT-511C3 y ADAFRUIT ZFM -206SA se utilizó la librería de comunicación serial Pyserial [9] ya que comparten esta característica al ser sensores que trabajan a través de la comunicación de paquetes.

Evaluación de lectores biométricos

Para implementar un sistema automático de reconocimiento de personas se necesitan mecanismos que evalúen la bondad y capacidad del sistema. Cuantificar las capacidades que tienen los lectores biométricos para la captura de huellas dactilares ayudará a mejorarlo y a compararlo con otros ya implementados.
Un sistema de reconocimiento biométrico captura un indicador biométrico, extrae sus características y forma una plantilla que compara con otro u otros para evaluar si pertenecen o no a una misma persona. De esta forma se requiere que los indicadores biométricos sean distintos entre las personas a esto se le conoce como variación inter-clase, por otra parte se requiere que las plantillas generadas a partir de la adquisición de huellas dactilares de una misma persona sean idénticos o muy parecidos a esto se le denomina variación intra-clase. Sin embargo, existen factores que disminuyen la variación inter-clase y que aumentan la variación intra-clase, dando lugar a errores de reconocimiento. Por ejemplo, un usuario que interactúe con el sensor de forma distinta o que presente cambios fisiológicos puede hacer que el sistema genere plantillas muy distintas a partir del mismo indicador biométrico.
Para la evaluación de los lectores se determinaron algunos parámetros como la capacidad de almacenamiento, interfaz de comunicación, tipo de sensor, tasa de aceptación falsa y la capacidad de ajustar la clasificación de seguridad. El tipo de sensor determina el costo y el tamaño del lector biométrico así como la probabilidad de evitar la lectura de huellas dactilares falsas, la interfaz de comunicación aumenta la compatibilidad con el hardware a implementar, la tasa de aceptación falsa es cuando existe la posibilidad de identificar un registro erróneamente con otro registrado, la tasa de rechazo falso es la posibilidad de identificar un registro que no se encuentra registrado, en el caso de la capacidad de almacenamiento se debe a que algunos de los sensores analizados disponen de una base de datos interna, el tamaño de plantilla se refiere al tamaño máximo que puede tener el archivo que genera el sensor a partir de la extracción de las características de una huella dactilar, el tiempo de búsqueda es la cantidad máxima que puede tardar el sensor en retornar un resultado positivo o negativo sobre la existencia de una plantilla, el tamaño de la imagen es la cantidad de pixeles que mide una imagen capturada, el nivel de seguridad se traduce en la calidad de la imagen obtenida esto conlleva a un mayor tiempo de respuesta por parte del sensor, , los datos que se muestran en la Tabla 1 se obtuvieron de la hoja de especificaciones que proporciona el fabricante.

Tabla 1. Comparación de lectores biométricos

	DIGITAL PERSONA U ARE 4500	FINGERPRINT SCANNER GT-511C3	ADAFRUIT ZFM-260ª
Tipo de sensor	Óptico	Óptico	Óptico
Interfaz de comunicación	USB	Serial	Serial
Tasa de aceptación falsa	Depende del algoritmo implementado	0.001%	0.008%
Tasa de rechazo falsa	Depende del algoritmo implementado	0.1%	0.005%

Capacidad de almacenamiento	No disponible	200 plantillas	162 plantillas
Tamaño de plantilla	Depende del algoritmo implementado	256 bytes	512 bytes
Tiempo de búsqueda	Depende del algoritmo implementado	< 1 segundo	< 1 segundo
Tamaño de imagen	512x512 pixeles	202x258 pixeles	256x288 pixeles
Nivel de seguridad	5 no configurable	5 configurable desde 1	5 configurable desde 1

Los lectores biométricos analizados cuentan con diversas características (Tabla 1) que pueden ser aprovechadas para obtener una comparación confiable, a continuación, se presenta un resumen de las ventajas y limitaciones que presentan cada uno de estos:

1. **DIGITAL PERSONA U ARE 4500:** Al implementar este dispositivo tendremos que aplicar sofisticados algoritmos para extraer los datos, gestionar la memoria para tener una mínima ocupación de memoria, cifrar la plantilla para garantizar la seguridad, implementar mecanismos de inserción y búsqueda de datos para garantizar su uso en aplicaciones con alta demanda, la tasa de aceptación falsa y la tasa de rechazo falsa dependen totalmente de estos algoritmos. La comunicación por USB (Universal Serial Bus) lo convierte en un dispositivo con alta integración con la plataforma Raspberry Pi ya que es una de las interfaces de comunicación más utilizadas en el mundo, la cantidad de plantillas que se pueden almacenar está limitada por la capacidad de memoria disponible en el Raspberry Pi. Este lector ha sido utilizado en trabajos como [10].
2. **FINGERPRINT SCANNER GT-511C3:** Al implementar este dispositivo tenemos dos opciones extraer la imagen del lector y realizar el procesamiento por nuestra cuenta o utilizar el algoritmo SmackFinger 3.0 que viene incluido en el dispositivo lo cual es una ventaja ya que cuenta con instrucciones para la extracción, almacenamiento y comparación de huellas dactilares en tiempos menores a 1 segundo, el fabricante del dispositivo asegura una tasa de aceptación falsa de 0.001% y una tasa de rechazo falsa de 0.1%. La comunicación se realiza a través de los pines I/O de propósito general con los que cuenta la Raspberry Pi. Una de las principales desventajas es la capacidad de almacenamiento ya que está limitada a 200 plantillas de huellas dactilares. Este lector ha sido utilizado en trabajos como [11].
3. **ADAFRUIT ZFM-206SA:** Este lector tiene una forma muy similar de trabajar respecto al anterior, podemos extraer la imagen del lector y aplicar algoritmos para la extracción de las

características de la huella dactilar o utilizar los algoritmos de extracción, almacenamiento y comparación con los que cuenta el lector, con un tiempo de respuesta menor a 1 segundo, la tasa de aceptación falsa que promete el fabricante es de 0.0008% mientras que para la tasa de rechazo falso tenemos la cantidad de 0.005%. La comunicación se realiza a través de los pines I/O de propósito general con los que cuenta la Raspberry Pi y la capacidad de almacenamiento está limitada a 162 plantillas de huellas dactilares. Este lector ha sido utilizado en trabajos como [12].

CONCLUSIONES

El trabajo mostrado en este artículo sirve como una guía para los desarrolladores de sistemas que tengan como necesidad implementar el reconocimiento de huellas dactilares a sus aplicaciones utilizando un sistema embebido en este caso Raspberry Pi, las particularidades de los sistemas embebidos como el bajo costo, bajo consumo de energía y el rápido crecimiento que se ha observado en la comunidad de desarrolladores conlleva a que cada vez existan más fabricantes interesados en crear hardware y software compatible con sistemas embebidos, esto ha propiciado a la búsqueda de mejores, métodos, técnicas, herramientas y procesos de desarrollo que garanticen productos de calidad y con una amplia gama de aplicaciones y desarrollos tecnológicos.

El reconocimiento de huellas dactilares es uno de los métodos más populares y precisos dentro de las tecnologías biométricas. Ésta es utilizada en aplicaciones en tiempo real, sin embargo, este método implementado en sistemas embebidos como Raspberry Py es una solución en fase de desarrollo. Después de analizar los atributos de los lectores biométricos se recomienda utilizar el FINGERPRINT SCANNER GT-511C3 porque es el lector más rápido a la hora de extraer, comparar y almacenar las plantillas de huellas dactilares, el tiempo es un factor fundamental en estos procesos. Además, aunque presenta un porcentaje de rechazo falso mayor respecto al lector ADAFRUIT ZFM-206SA se debe a que realiza comparaciones de 1:N en una base de datos de mayor tamaño para verificar la identidad de las personas, hay que tomar en cuenta que en la actualidad no existe un método de comparación que entregue una coincidencia exacta entre las características de la imagen de entrada y las almacenadas en la base de datos, la cual es interna, agregando una ventaja ya que la compresión y cifrado de los datos es operado por el dispositivo, por último no está de más mencionar que el dispositivo cuenta con amplia documentación por parte del fabricante [6] .

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen en gran medida al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) por su apoyo financiero.

REFERENCIAS

[29] Maya Bineteskaya, Pedro Tomé Gonzáles. 2013.Reconocimiento Facial en el Ámbito Forense. Universidad Autónoma de Madrid, Escuela Politécnica Superior.

[30] A. A. Ross et al. Handbook of Multibiometrics.2006. Springer.

[31] Obtenido de: https://www.crossmatch.com/wp- content/uploads/2017/05/20160125-DS-En-DigitalPersona- U.are_.U-SDK-for-Windows.pdf

[32] Obtenido de: http://micklord.com/foru/Raspberry%20Pi%20Pages%20from%20Computer%20Shopper%202015-02.pdf

[33] Obtenido de: http://histinf.blogs.upv.es/2013/12/18/raspberry-pi/

[34] Obtenido de:https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/GT-511C3_datasheet_V2.1_20161025.pdf

[35] Obtenido de: https://cdn learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-optical- fingerprint-sensor.pdf

[36] Obtenido de: https://github.com/dlech/fprint-demo

[37] Obtenido de: https://github.com/pyserial/pyserial

[38] Cristaldo, R., Cespedes, J., Villalba C., Mendez, E,. (2013). Un enfoque de integración entre fprint y sourceAFIS, Jornadas Argentinas de Software Libre.

[39] Sapes, J., Solsolna, F., (2016). FingerScanner: Embedding a Fingerprint Scanner in a Raspberry Pi, Department of Computer Science and INSPIRES, University of Lleid.

[40] Nhevera, Dickson., (2014). Fingerprint and NFC authentication Brick, Universiteit Stellenbosch University.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MODELO HRI PARA EL APRENDIZAJE DE ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS, UTILIZANDO FUSIÓN MULTIMODAL

JOHN JAIRO PÁEZ RODRÍGUEZ
Universidad Distrital Francisco José De Caldas

ENRIQUE GONZÁLEZ GUERRERO
Pontificia Universidad Javeriana

JAVIER ALCALÁ VÁSQUEZ
Pontificia Universidad Javeriana

RESUMEN

El documento presenta un modelo de interacción entre humano-robot para promover el aprendizaje de estrategias generales de solución de problemas. En este contexto, el robot es una herramienta de mediación cognitiva que promueve las acciones de pensamiento durante el proceso de aprendizaje. La arquitectura propuesta aborda cuatro etapas: entrada de información, interpretación, razonamiento y acción. Los aspectos significativos de la propuesta están relacionados con: el uso del método de fusión multimodal, reconocimiento de las acciones del robot como activador cognitivo, ensamble cooperativo de elementos mecánicos y adaptación de la complejidad durante el desarrollo de las actividades propuestas. Estos elementos contribuyen en el desarrollo de sistemas cognitivos artificiales, que no fundamentan su desarrollo en visiones antropomórficas, sino que utilizan los robots como sistemas de representación inspirados en las condiciones humanas de razonamiento lógico y emocional.

PALABRAS CLAVE:

Interacción Humano-Robot, Solución de Problemas, Robótica Educativa.

ABSTRACT

A human-robot interaction model to promote the learning of general problem-solving strategies is presented. In this context, a robot is a tool of cognitive mediational that promotes the actions of thought during the learning process. The proposed architecture addresses four stages: information input, interpretation, reasoning, and action. The significant aspects of the proposal are related to the use of the multimodal fusion method, recognition of robot actions as a cognitive activator, cooperative assembly of mechanical elements and adaptation of complexity during the development of proposed activities. These elements contribute to the development of artificial cognitive systems, which do not base their development on anthropomorphic visions, but rather use robots as systems of representation inspired by human conditions of logical and emotional reasoning.

KEYWORDS

Human-Robot Interaction, Problem-Solving, Educational Robotics.

1 INTRODUCCION

La configuración de los robots como sistemas externos de representación, afectan los procesos de interacción con humanos y reconocen el concepto de significación en el cual, la idea de robot no está limitada a las características físicas, también a los modelos conceptuales que los sujetos elaboran para caracterizar su comportamiento. A finales del siglo XX, Seymour Papert propone el modelo pedagógico llamado Construccionismo para sustentar y orientar las acciones de los actores educativos durante el proceso de aprendizaje a través de robots, Bers et al. [1]. Las acciones de los actores educativos bajo el paradigma constructivista que ya reconocían los artefactos como herramientas de medicación cognitiva, ahora asimilan y acomodan, en términos Piagetianos, las propiedades de los nuevos artefactos, robots y sus consecuencias didácticas en la relación sujeto-artefacto-objeto. Dentro de los ejemplos que utilizan robots fundamentados en el modelo construccionista está: los robots cooperativos Quemes, desarrollados en la Universidad Javeriana, como estrategia para el desarrollo de competencias de trabajo cooperativo y competencias ciudadanas Guerrero et al. [2], [3]; la construcción y programación de robots LEGO durante el aprendizaje de conceptos de física Mitnik et al. [4], Mitnik et al. [5]; el uso de LEGO para reconocer nuevas formas de pensamiento asociadas a la integración de actividades de programación y de construcción de robots, aunque el autor afirma que su efectividad está en función de las características de los estudiantes [6]; en el uso de robots en ámbitos escolares se destaca el uso de espacios apropiados para las actividades con robots, la necesidad de su capacitación en nuevas tecnologías [7] y el rol de mediador del docente Catlin [8], Lindh and Holgersson [6]. Denis et al. afirman que la robótica educativa promueve cuatro clases de competencias: dinámicas (motivación), estratégicas (meta cognición), demultiplicativas (herramientas de aprendizaje) y especificas Denis and Hubert [9], Ovadiah et al. [10].

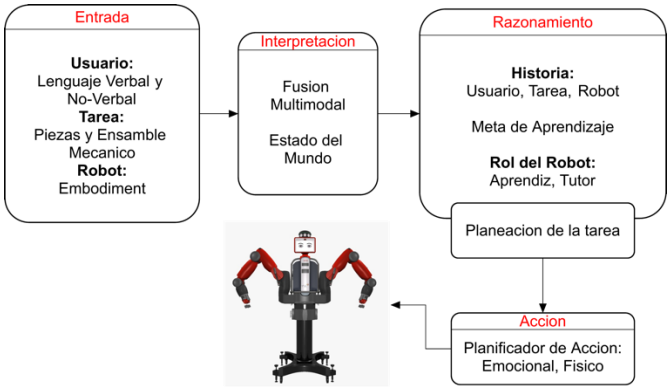
Los robots son una herramienta especial; sus condiciones físicas y principios de automatización; generan vínculos afectivos durante el aprendizaje. Algunos factores son: el valor de la interacción con objetos concretos como una condición en el desarrollo de procesos de pensamiento [1], la manipulación de objetos que reconfigura; el pensamiento, el lenguaje y posibilita en el cerebro nuevas rutinas de pensamiento [11], la motivación, especialmente en edades tempranas, generada por la ilusión de vida que tiene los artefactos asociada con el movimiento, [12], el deseo innato de control del hombre sobre la máquina y la naturaleza [13], la materialización del pensamiento [14], la influencia cultural que establece la relación entre el poder de la creación, el creador y la vida en el objeto creado [15], el deseo de autoexpresión y reconocimiento en el objeto creado, las relaciones fenomenológicas en las cuales la máquina tiene un valor en la configuración del conocimiento y existencia humana [16]. La robótica se ha posicionado dentro de las herramientas didácticas que resuelven los problemas de motivación, desarrollo del pensamiento lógico, aprendizaje autónomo y el desarrollo del pensamiento complejo útil en el mundo moderno. En educación, los robots se usan como: herramienta de programación, como objeto de aprendizaje y como agentes que colaboran en el aprendizaje. El ultimo, implica reconocer que los procesos cognitivos y administrativos son distribuidos entre los integrantes, el ambiente y el espacio del problema. En la literatura hay propuestas de trabajo cooperativo entre humanos y robots que pueden clasificarse en tres grupos: cuando los humanos aprenden de los robots, cuando los robots aprenden de los humanos y cuando humanos y robots aprenden juntos. En estas tres clasificaciones, el sujeto establece mediaciones, los utiliza como un soporte bajo el modelo teórico de la Zona de Desarrollo Próximo y como un sistema externo de representación para configurar alternativas de comprensión y solución de

problemas. Dentro de los robots más utilizados están: LEGO, Mini-Darwin, Vex, Parallax, Thymio, iRobot, Dash and Dot, Romo, NAO, iCat y BAXTER.

2 MODELO DE INTERACCIÓN

La interacción humano-robot propuesta reconoce el valor del método multimodal fusión en el proceso de interpretación que hace parte de los otros tres procesos (entrada de información, interpretación, razonamiento y acción). La figura 1 es una aproximación al modelo de interacción y cooperación entre el robot Baxter y un usuario entre 10 y 12 años de edad. La entrada de datos reconoce la información de usuario, robot y estado de la actividad de ensamble mecánico. La interpretación utiliza el método multimodal fusión para modelar el acto comunicativo del sujeto Alonso-Martín et al. [17], además reconoce el estado de la actividad cuando es necesario. El razonamiento determina la acción adecuada en función del estado cognitivo del sujeto, rol del robot y objetivo de la tarea. La acción coordina las expresiones emocionales y los movimientos físicos del robot.

La figura 1 presenta los estados de transición que sustentan la acción del robot durante el aprendizaje del sujeto, sustentada en tres roles propuestos (aprendiz, estudiante, experto), sobre los que planifica la intervención. La segunda parte de la figura presenta las primeras experiencias que están siendo desarrolladas con niños en el laboratorio de la Universidad Javeriana durante el aprendizaje del juego de la escalera. En el rol de aprendiz identifica las estrategias utilizadas por el sujeto para el desarrollo del problema propuesto. En el rol de estudiante, aprende las estrategias explicadas, lo cual se ubica dentro del paradigma de aprender enseñando y en el rol de experto, realiza sugerencias verbales y no-verbales que contribuyen al desarrollo de la tarea. A continuación, se desarrollan los cuatro aspectos:



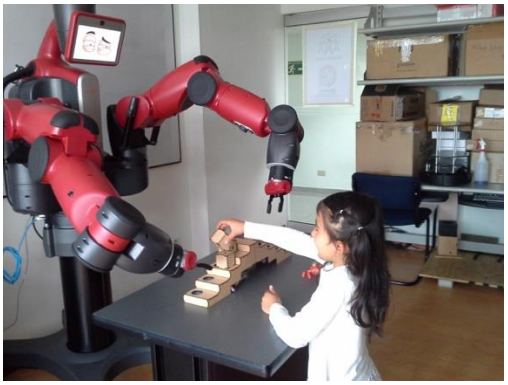


Figura 25: Arquitectura general de interacción

Entrada de información: La entrada de información aborda tres aspectos: usuario, robot y tarea. Usuario: emociones relacionadas con los procesos de pensamiento durante el desarrollo de la tarea y palabras. Según investigaciones en solución de problemas, la indagación sobre procesos de pensamiento es una tarea compleja dado que no se puede explorar directamente el pensamiento humano, por ello se han acudido a técnicas como protocolos verbales, análisis de contenido y análisis del lenguaje no-verbal. Tarea: forma y color de las fichas, estado mecánico del ensamble que refleja el estado cognitivo del usuario y la heurística implementada en la solución del problema. Robot: las acciones físicas y emocionales desarrolladas por el robot, que inciden en el comportamiento del usuario y el desarrollo de la tarea.

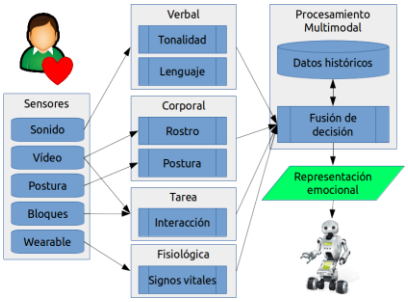


Figura 26: Arquitectura de Reconocimiento multimodal de emociones

La figura 2 presenta la arquitectura de reconocimiento multimodal de emociones implementada siguiendo los lineamientos para sistemas multi-agentes en la arquitectura BDIBESA [66]. Los sensores son un conjunto variable de dispositivos que serán utilizados por los agentes que implementan el reconocimiento de emociones especializado. Los agentes especializados se tipifican en verbal, corporal, de tarea y fisiológicos, no obstante, la arquitectura admite que se agreguen nuevos agentes de reconocimiento. Los agentes especializados en el reconocimiento verbal de emociones, pueden clasificarse como aquellos que se concentran en las variaciones de la tonalidad de la voz y aquellos que se concentran en las palabras, frases y

su significado. Estos agentes se agregan a la arquitectura como instancias reactivas de servicios de reconocimiento, que publican su resultado como eventos con mensajes asíncronos de reconocimiento. Estos agentes se ejecutan en procesos paralelos, de tal forma que, a partir de sus reglas propias, realizan las acciones específicas de reconocimiento a intervalos regulares o mediante la estrategia más apropiada a los sensores.

El agente de fusión de decisión, recibe en forma permanente los eventos de reconocimiento por parte de los agentes especializados y, mediante la aplicación de un conjunto de reglas de preferencia, determina cuál es la representación multimodal de las emociones en un momento dado. Este agente cuenta con una memoria especial, de tal forma que los datos históricos puedan influenciar la selección del conjunto de emociones. El rango en minutos para el almacenamiento de datos históricos es configurable y hace parte de las reglas internas del agente de fusión. Las preferencias se calculan a partir de la calibración de cada uno de los agentes especializados, de tal forma que el grado de confianza de cada agente especializado se calcula utilizando el teorema de Bayes y las matrices de confusión identificadas durante el proceso de calibración individual [67].

Interpretación: El proceso de interpretación de la información está relacionado con la tarea de movimiento o ensamble de fichas, lo cual determina en el sujeto y en el robot el contexto de reconocimiento de las diferentes formas de expresión y comunicación que de desarrollan durante la tarea; en el caso de los niños, varios autores resaltan la relación entre pensamiento y lenguaje durante el desarrollo de tareas o solución de problemas. En la propuesta, el robot es reconocido por el sujeto como una herramienta para validar sus hipótesis acerca de la solución del problema o como un agente colaborativo durante el proceso de aprendizaje. Esta distinción aclara el contexto de intervención del robot y plantea la necesidad de integración de distintos canales de comunicación para comprender el estado cognitivo del sujeto en relación a la tarea. El robot debe reconocer las distintas formas de comunicación verbal y no verbal que realiza el sujeto; en algunas ocasiones asociadas con el pensamiento en voz alta sobre la planificación de estrategias, en otras relacionadas con indicaciones, en otras asociadas a procesos de simulación física para determinar el proceso de ensamble. El método propuesto es multimodal fusión y está inspirado en los trabajos de [18-28], que en general integran reconocimiento de habla y gestos deícticos (apuntar) al igual que [19] y la tradición de los trabajos desarrollados en Technische Universität München, utilizando robots manipuladores en el proyecto JAST Project, donde reconocen la necesidad de comunicación multimodal del usuario y el desarrollo de sistemas cognitivos artificiales para situar al robot como agente durante el desarrollo de la tarea. En solución de problemas asociados al movimiento, las piezas a ensamblar, el seguimiento y posición de las manos, las emociones de logro y las expresiones de voz, configuran el estado cognitivo durante la situación de aprendizaje. Sin embargo, reconociendo las dificultades para determinar el modelo mental que tiene el sujeto en relación a la representación del problema; la información de la tarea (posición de las piezas mecánicas y las condiciones de ensamble), tiene gran valor en el modelado del mundo dentro de este módulo de interpretación de la información.

Razonamiento: Está en función del rol del robot; si es aprendiz y relacionado con el proceso de aprendizaje del robot desarrolla a través de los diferentes métodos (demostración [31], kinestésico, imitación o refuerzo). Si es experto, los procesos de razonamiento están asociados con la interpretación de las acciones del sujeto, la estrategia utilizada y los errores durante el desarrollo de la tarea para proponer soluciones. En el rol de experto, se han considerado el trabajo de Pandey et al. [32], quien valida el comportamiento pro-activo de un robot cuando trabaja de manera colaborativa con un humano; en este caso el robot identifica los estados de confusión de un humano y propone alternativas para solucionar el problema, en otros trabajos la productividad también se relaciona con la capacidad que tiene el robot de establecer interacciones, incluso,

cuando las metas y creencias no son iguales con los humanos [33], según el autor, la mayoría de propuestas se desarrollan bajo el paradigma de que los humanos y los robots tienen metas comunes. Kwon and Suh [34] también se evalúa el comportamiento pro-activo de un robot manipulador durante el desarrollo de una tarea de ensamble hecha principalmente por un humano. Sheng et al. [35] propone un algoritmo para la predicción basada en el movimiento y predicción basada en la intención en el desarrollo de una tarea cooperativa con un humano. En la primera fase el robot aprende por observación y en la segunda realiza la tarea colaborativa, la validación está relacionada con el rendimiento de la tarea cooperativa donde solo se utilizan datos cuantitativos. Fong et al. [36] propone Human-Robot Interaction Operating System como alternativa de dialogo entre humanos y robots durante la solución de problemas. El sistema provee servicios de interacción coordinación y permite a los robots preguntar a los humanos para obtener asistencia durante el desarrollo de tareas y aprendizaje. Está compuesto por sistemas de administración de tareas, recursos, interacción, contexto y un agente de razonamiento espacial para sugerir acciones que contribuyan en el desarrollo total o parcial de la tarea [37-42].

Acción del robot: Está conformada por los movimientos de los brazos y las expresiones emocionales del robot. En ambos casos, las expresiones dependen del rol del robot (aprendiz o tutor) y buscan una convergencia de los modelos mentales que responden al estado del problema y las estrategias de solución. Es importante considerar que la acción está acompañada de diferentes aspectos contextuales que inciden en el comportamiento de los sujetos. Por ejemplo, Scalzone and Tamburrini [43] en su trabajo de revisión documental relaciona las apariencias de los robots con el grado de aceptación en los humanos, allí se determina que los robots de asistencia en salud y con apariencia de muñecos, tienen mayor aceptación que los robots humanoides, industriales y prótesis. [44] diseña una investigación experimental para validar la percepción de 88 estudiantes cuando trabajan con un robot, etiquetado para un grupo como robot experto y para el otro como robot novato. Los resultados presentados demuestran que las personas se sienten mejor cuando el robot es etiquetado como experto en la solución de un problema. En la investigación experimental de [45] se analiza los efectos de los movimientos humanos cuando trabajan de forma colaborativa con un robot manipulador. Un grupo de sujetos trabajó con un robot con los patrones de movimientos predefinidos y el otro con un robot adaptativo. Mediante un cuestionario se determinó que hay una mayor fluidez o convergencia de las acciones cooperativas con el robot adaptativo. La percepción del sujeto, especialmente de los niños, sobre las acciones del robot incide en la forma de interacción de Baxter. Un aspecto interesante a considerar, es la posibilidad de reconocer los estados emocionales del robot para su desempeño [46]. Uno de los elementos del planificador de acción son las emociones del robot, que indican el estado del robot, pero además inciden en los comportamientos del usuario.

El robot como agente colaborativo, dispone su infraestructura física y cognitiva artificial (razón y emoción) para promover acciones de pensamiento durante el aprendizaje. Una forma es a través de respuestas emocionales que permiten aumentar, afinar y reestructurar los modelos mentales que le robot construye durante la interacción en la situación de aprendizaje [47-54]. La forma de expresar emociones, que hace parte de la personalidad del robot, facilita la comprensión de las acciones del sujeto e incide en su proceso de aprendizaje. Ahora, la expresión de emociones está relacionada con la forma del robot, sus dispositivos de comunicación y el fenómeno de antropomorfización de los humanos.

En el ámbito educativo, la apariencia del robot es reconocida como un sistema de representación, una metáfora mediante la cual el sujeto elabora procesos de pensamiento orientados hacia la solución de problemas. Aunque hay varias experiencias de uso de robots humanoides para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento que no requieren interacción física, las personas prefieren formas de acuerdo a las necesidades de la tarea, [55], [56]. Como condición de interacción, la apariencia establece una relación de

coincidencia entre las representaciones mentales de ambos agentes que permiten actuar de forma colaborativa en un ambiente con representaciones simbólicas compartidas. Dentro de los diseños representativos están: antropomórficos que se dividen en humanoides: Nexi, KOBIAN, Meet Milo, KASPAR, Kismet, NAO, iCub, Pepper, Roboy; no humanoides: Nabaztag, Robovie, PARO, Leonardo, Pleo, iCat, Mamoru, BAXTER; y no-antropomórficos: Keepon, BUDDY, JIBO, Romibo, Romo. Hegel et al. [56] afirma que la apariencia visual de los robots sociables es determinada por cuatro aspectos de diseño: funcionalidad, apariencia caricaturizada, antropomorfismo y zoomorfismo. Además, relaciona el aspecto psicológico de la atracción física como aspecto de reconocimiento de las habilidades del robot. Gray and Wegner [57] afirma que, en los humanos, la apariencia del robot es inquietante, no solo en términos estéticos como fue planteado por [58], sino en términos cognitivos asociados a la experiencia y voluntad. Wu et al. [59] reconoce su importancia en la valoración de habilidades de robots para asistencia médica. El estudio afirma que los robots pequeños y con rasgos entre humano, animal y máquina, tienen mayor aceptación. Kanda et al. [60] compara el comportamiento verbal y no-verbal de las personas al interactuar con dos robots humanoides; Robovie y ASIMO. Al final determinan que la apariencia física y los movimientos del robot inciden en el comportamiento no-verbal de los humanos. Yohanan and MacLean [61] afirma que en términos de apariencia, los robots pueden transmitir la necesidad de ser tocados y de esta manera establecer un canal de comunicación kinestésica. (P.ej. Si la piel del robot es algodón, esto genera el deseo de tocar.).

El robot como agente colaborativo en el aprendizaje, abandona el estado pasivo en el cual únicamente es útil para reflejar las acciones de pensamiento del usuario. Sus capacidades cognitivas le permiten reconocer diversas características del estudiante y mediar durante el proceso de aprendizaje. El concepto de mediación sugiere una intervención asertiva del robot de manera que promueva el esfuerzo cognitivo durante el desarrollo de la tarea y el estudiante no pierda el interés; aspecto denominado Teoría de Flujo por [62]. Sin embargo, la forma del robot afecta su comportamiento, lo cual afecta su comprensión. El robot puede realizar movimientos emblemáticos, descriptivos, rítmicos, deícticos, simbólicos, expresivos y regulados (grado de participación de los actores). En robots humanoides; Salem et al. [63] afirma que el comportamiento no-verbal del robot incide en la percepción de los sujetos. A través del robot HONDA-2000, comprobaron como el uso de gestos co-verbales (icónicos, pantomímicos, deícticos) aumenta el fenómeno de antropomorfización y mejora la comunicación. Cabibihan et al. [64] resume las condiciones de comportamiento de los robots usados con niños autistas: imitación, contacto visual, atención compartida, cambio de turno, reconocimiento y expresión de emociones. En robots con brazos y expresión de emociones: el movimiento de los brazos refleja el comportamiento. Giuliani and Knoll [28] proponen una tarea de manipulación cooperativa entre un humano y un robot manipulador para ensamblar piezas mecánicas. Durante el proceso de interacción, el robot, basado en la metodología embodied multimodal fusión, asume dos roles: instructor y soporte. En robots no-humanoides y sin emociones: el comportamiento está en relación al movimiento asociado a la tarea. [39] plantea el concepto de modelos mentales para la colaboración entre humanos y robots. A través de aprendizaje probabilístico reconocer las estrategias que utiliza el sujeto durante el proceso de ensamble mecánico y de esta manera el robot colabora en la tarea. Ogata et al. [65] resalta el comportamiento social de los robots para interactuar con humanos. Propone un modelo en el cual el sujeto aprende del robot y el robot del sujeto; durante el desarrollo de la tarea, el robot es receptivo a las sugerencias kinestésicas de navegación propuestas por el usuario. El modelado del comportamiento sugiere el uso de arquitecturas como: cognitivas (SOAR, ACT-R), agentes (BDI), propósito general (FAtiMA Modular) y otras (FLAME, ParleE, EMA, GALAAD, PLEIAD).

3 CONCLUSION

Para el proceso de interacción propone el uso de los canales de comunicación de Baxter: cámaras y sensores (infrarrojos, ultrasónicos y táctiles.). Los mecanismos de interacción surgen de la implementación del método multimodal fusión que reconoce las habilidades físicas y cognitivas del sujeto. Sin embargo, el sujeto debe reconocer al robot como una herramienta que evidencia sus aciertos y fallas durante la solución de un problema asociado al movimiento. Por esto, las estrategias de percepción del robot están inclinadas al reconocimiento del estado del problema y no centrada en los estados emocionales del sujeto. El proceso de interacción con el robot en el marco de aprendizaje de estrategias de solución de problemas, reconoce las ventajas de la interacción física para desarrollar actividades que involucran el movimiento y el espacio compartido durante el desarrollo de acciones colaborativas en los diferentes roles del robot. La mayoría de investigaciones emplean robots manipuladores para procesos de ensamble de piezas en estructuras mecánicas y una alternativa es desarrollar actividades que involucren el ensamble de sistemas mecánicos, lo cual enriquece las posibilidades de interacción con el robot y el desarrollo de procesos de pensamiento del sujeto frente a la validación de estrategias de solución de problemas. Si el usuario le enseña al robot, el movimiento del sistema mecánico es una condición de evaluación en donde el estudiante verifica que lo que está explicando es coherente con el modelo del sistema y el robot establece una meta clara de aprendizaje sustentada en las enseñanzas del sujeto. Ahora, si durante el proceso el robot identifica problemas o inconsistencias en las explicaciones del sujeto, acude al planificador de acciones para contribuir en el proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Pontificia Universidad Javeriana. Las políticas de formación doctoral contribuyen en el mejoramiento de la calidad educativa de la universidad y del país.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. U. Bers, L. Flannery, E. R. Kazakoff, and A. Sullivan, "Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum," Computers and Education, vol. 72, pp. 145 – 157, 2014. [Online]. Available: http://www. sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513003059
[2] E. G. Guerrero, J. J. P. Rodríguez, and F. J. Roldán, "Uso de robots cooperativos para el desarrollo de habilidades de trabajo cooperativo en niños," Revista de Investigaciones UNAD, vol. 12, no. 2, pp. 43–56, 2015.
[3] E. González Guerrero, J. J. Páez Rodríguez, and F. José Roldán, "Robots cooperativos, quemes para la educación." Revista Vínculos, vol. 10, no. 2, 2013.
[4] R. Mitnik, M. Nussbaum, and A. Soto, "An autonomous edu- cational mobile robot mediator," Autonomous Robots, vol. 25, no. 4, pp. 367–382, 2008.
[5] R. Mitnik, M. Recabarren, M. Nussbaum, and A. Soto, "Col- laborative robotic instruction: A graph teaching experience," Computers Education, vol. 53, no. 2, pp. 330–342, 2009.
[6] J. Lindh and T. Holgersson, "Does lego training stimulate pupils? ability to solve logical problems?" Computers & ed- ucation, vol. 49, no. 4, pp. 1097–1111, 2007.

[7] B. S. Fagin and L. Merkle, "Quantitative analysis of the effects of robots on introductory computer science education," Journal on Educational Resources in Computing (JERIC), vol. 2, no. 4, p. 2, 2002.
[8] D. Catlin, "Using peer assessment with educational robots," in New Horizons in Web Based Learning. Springer, 2014, pp. 57–65.
[9] B. Denis and S. Hubert, "Collaborative learning in an educa- tional robotics environment," Computers in Human Behavior, vol. 17, no. 5, pp. 465–480, 2001.
[10] Y. H. Ovadiah, G. M. Samboni, and J. P. Rodríguez, "Coop- erative robots used for the learning process in the cooperative work," in Trends in Practical Applications of Heterogeneous Multi-Agent Systems. The PAAMS Collection. Springer, 2014, pp. 165–172.
[11] F. R. Wilson, The Hand: How Its Use Shapes the Brain, Language, and Human Culture, 1st ed. Vintage, Sep. 1999.
[12] S. Turkle, The second self: Computers and the human spirit. Mit Press, 2005.
[13] L. Mumford and C. A. de Acevedo, Técnica y civilización. Emecé, 1945.
[14] F. Landriscina, Simulation and Learning: A Model-Centered Approach. Springer Science, Business Media, 2013.
[15] D. L. Sayers, Mind of the Maker. AC Black, 2005.
[16] D. Ihde, "Los cuerpos en la tecnología," Nuevas Tendencias: Nuevas Ideas, 2002.
[17] F.Alonso-Martín,J.F.Gorostiza,M.Malfaz,andM.A.Salichs,"Multimodal fusion as communicative acts during human–robot interaction," Cybernetics and Systems, vol. 44, no. 8, pp. 681– 703, 2013.
[18] R. A. Bolt, ?Put-that-there?: Voice and gesture at the graphics interface. ACM, 1980, vol. 14, no. 3.
[19] M.Johnston,P.R.Cohen,D.McGee,S.L.Oviatt,J.A.Pittman, and I. Smith, "Unification-based multimodal integration," in Proceedings of the eighth conference on European chapter of the Association for Computational Linguistics. Association for Computational Linguistics, 1997, pp. 281–288.
[20] A. Knoll, B. Hildenbrandt, and J. Zhang, "Instructing coop- erating assembly robots through situated dialogues in natural language," in Robotics and Automation, 1997. Proceedings., 1997 IEEE International Conference on, vol. 1. IEEE, 1997, pp. 888–894.
[21] A. C. Knoll, "Distributed contract networks of sensor agents with adaptive reconfiguration: modelling, simulation, implementation and experiments," Journal of the Franklin Institute, vol. 338, no. 6, pp. 669–705, 2001.
[22] A. Knoll, "A basic system for multimodal robot instruction," PRAGMATICS AND BEYOND NEW SERIES, pp. 215–228, 2003.
[23] M. E. Foster, T. By, M. Rickert, and A. Knoll, "Human-robot dialogue for joint construction tasks," in Proceedings of the 8th international conference on Multimodal interfaces. ACM, 2006, pp. 68–71.
[24] M. Rickert, M. E. Foster, M. Giuliani, T. By, G. Panin, and A. Knoll, "Integrating language, vision and action for human robot dialog systems," in Universal Access in Human-Computer Interaction. Ambient Interaction. Springer, 2007, pp. 987–995.
[25] T. Müller, P. Ziaie, and A. Knoll, "A wait-free realtime system for optimal distribution of vision tasks on multicore architec- tures." in ICINCO-RA (1), 2008, pp. 301–306.
[26] M. E. Foster, E. G. Bard, M. Guhe, R. L. Hill, J. Oberlander, and A. Knoll, "The roles of haptic-ostensive referring expressions in cooperative, task-based human-robot dialogue," in Proceedings of the 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction. ACM, 2008, pp. 295–302.
[27] M. Giuliani, M. E. Foster, A. Isard, C. Matheson, J. Oberlander, and A. Knoll, "Situated reference in a hybrid human-robot interaction system," in Proceedings of the 6th International Natural Language Generation Conference. Association for Computational Linguistics, 2010, pp. 67–75.

[28] M. Giuliani and A. Knoll, "Using embodied multimodal fusion to perform supportive and instructive robot roles in human-robot interaction," International Journal of Social Robotics, vol. 5, no. 3, pp. 345–356, 2013.
[29] J. Aleotti, V. Micelli, and S. Caselli, "An affordance sensitive system for robot to human object handover," International Journal of Social Robotics, vol. 6, no. 4, pp. 653–666, 2014.
[30] H. Yan, M. H. Ang Jr, and A. N. Poo, "A survey on perception methods for human–robot interaction in social robots," Inter- national Journal of Social Robotics, vol. 6, no. 1, pp. 85–119, 2014.
[31] B. Hayes and B. Scassellati, "Discovering task constraints through observation and active learning," in Intelligent Robots and Systems (IROS 2014), 2014 IEEE/RSJ International Con- ference on. IEEE, 2014, pp. 4442–4449.
[32] A. K. Pandey, M. Ali, and R. Alami, "Towards a task- aware proactive sociable robot based on multi-state perspective- taking," International Journal of Social Robotics, vol. 5, no. 2, pp. 215–236, 2013.
[33] V. Babushkin, M. Oudah, T. Chenlinangjia, A. Alshaer, and J. W. Crandall, "Online learning in repeated human-robot inter- actions," in 2014 AAAI Fall Symposium Series, 2014.
[34] W. Y. Kwon and I. H. Suh, "Planning of proactive behaviors for human–robot cooperative tasks under uncertainty," Knowledge- Based Systems, vol. 72, pp. 81–95, 2014.
[35] W. Sheng, A. Thobbi, and Y. Gu, "An integrated framework for human–robot collaborative manipulation," 2014.
[36] T. Fong, J. Scholtz, J. Shah, L. Fluckiger, C. Kunz, D. Lees, J. Schreiner, M. Siegel, L. M. Hiatt, I. Nourbakhsh et al., "A preliminary study of peer-to-peer human-robot interaction," in Systems, Man and Cybernetics, 2006. SMC'06. IEEE International Conference on, vol. 4. IEEE, 2006, pp. 3198–3203.
[37] B. Hayes and B. Scassellati, "Challenges in shared-environment human-robot collaboration," learning, vol. 8, p. 9, 2013.
[38] A. Bauer, D. Wollherr, and M. Buss, "Human–robot collabo- ration: a survey," International Journal of Humanoid Robotics, vol. 5, no. 01, pp. 47–66, 2008.
[39] S. Nikolaidis and J. Shah, "Human-robot cross-training: Com- putational formulation, modeling and evaluation of a human team training strategy," in Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction. IEEE Press, 2013, pp. 33–40.
[40] S. Nikolaidis, K. Gu, R. Ramakrishnan, and J. Shah, "Efficient model learning for human-robot collaborative tasks," arXiv preprint arXiv:1405.6341, 2014.
[41] S. Nikolaidis, R. Ramakrishnan, K. Gu, and J. Shah, "Efficient model learning from joint-action demonstrations for human- robot collaborative tasks," in Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interac- tion. ACM, 2015, pp. 189–196.
[42] A. Cherubini, R. Passama, A. Meline, A. Crosnier, and P. Fraisse, "Multimodal control for human-robot cooperation," in Intelligent Robots and Systems (IROS), 2013 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2013, pp. 2202–2207.
[43] F. Scalzone and G. Tamburrini, "Human-robot interaction and psychoanalysis," AI society, vol. 28, no. 3, pp. 297–307, 2013. [44] Y. Jung, T. Park, and A. Hong, "Effect of robot's title in human-robot interaction," in Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), 2014 11th International Conference on.
IEEE, 2014, pp. 28–32.
[45] P. A. Lasota and J. A. Shah, "Analyzing the effects of human-
aware motion planning on close-proximity human–robot collaboration," Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, vol. 57, no. 1, pp. 21–33, 2015.
[46] J. F. Gorostiza, R. Barber, A. M. Khamis, M. Pacheco, R. Rivas, A. Corrales, E. Delgado, and M. A. Salichs, "Multimodal human-robot interaction framework for a personal robot," in Robot and Human

Interactive Communication, 2006. ROMAN 2006. The 15th IEEE International Symposium on. IEEE, 2006, pp. 39–44.
[47] E. Bicho, W. Erlhagen, L. Louro, and E. C. e Silva, "Neuro- cognitive mechanisms of decision making in joint action: A human–robot interaction study," Human movement science, vol. 30, no. 5, pp. 846–868, 2011.
[48] P. W. Battaglia, J. B. Hamrick, and J. B. Tenenbaum, "Simula- tion as an engine of physical scene understanding," Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 110, no. 45, pp. 18 327–18 332, 2013.
[49] A. G. Di Nuovo, D. Marocco, S. Di Nuovo, and A. Cangelosi, "Autonomous learning in humanoid robotics through mental imagery," Neural Networks, vol. 41, pp. 147–155, 2013.
[50] M. A. Goodrich and D. Yi, "Toward task-based mental models of human-robot teaming: A bayesian approach," in Virtual Augmented and Mixed Reality. Designing and Developing Aug- mented and Virtual Environments. Springer, 2013, pp. 267–276.
[51] T. Kishi, T. Kojima, N. Endo, M. Destephe, T. Otani, L. Jamone, P. Kryczka, G. Trovato, K. Hashimoto, S. Cosentino et al., "Impression survey of the emotion expression humanoid robot with mental model based dynamic emotions," in Robotics and Automation (ICRA), 2013 IEEE International Conference on. IEEE, 2013, pp. 1663–1668.
[52] S. Lallee and P. F. Dominey, "Multi-modal convergence maps: from body schema and self-representation to mental imagery," Adaptive Behavior, p. 1059712313488423, 2013.
[53] D. Le Breton and H. Pons, Las pasiones ordinarias: Antropología de las emociones. Nueva Visión, 1999.
[54] P. Ekman, W. V. Friesen, and P. Ellsworth, Emotion in the human face: Guidelines for research and an integration of findings. Elsevier, 2013.
[55] V. Nitsch and M. Popp, "Emotions in robot psychology," Biological cybernetics, vol. 108, no. 5, pp. 621–629, 2014.
[56] F.Hegel,M.Lohse,andB.Wrede,"Effects of visual appearance on the attribution of applications in social robotics," in Robot and Human Interactive Communication, 2009. RO-MAN 2009. The 18th IEEE International Symposium on. IEEE, 2009, pp. 64–71.
[57] K. Gray and D. M. Wegner, "Feeling robots and human zombies: Mind perception and the uncanny valley," Cognition, vol. 125, no. 1, pp. 125–130, 2012.
[58] M. Mori, K. F. MacDorman, and N. Kageki, "The uncanny valley [from the field]," Robotics & Automation Magazine, IEEE, vol. 19, no. 2, pp. 98–100, 2012.
[59] Y.-H. Wu, C. Fassert, and A.-S. Rigaud, "Designing robots for the elderly: appearance issue and beyond," Archives of gerontology and geriatrics, vol. 54, no. 1, pp. 121–126, 2012.
[60] T. Kanda, T. Miyashita, T. Osada, Y. Haikawa, and H. Ishiguro, "Analysis of humanoid appearances in human–robot interaction," Robotics, IEEE Transactions on, vol. 24, no. 3, pp. 725– 735, 2008.
[61] S. Yohanan and K. E. MacLean, "The role of affective touch in human-robot interaction: Human intent and expectations in touching the haptic creature," International Journal of Social Robotics, vol. 4, no. 2, pp. 163–180, 2012.
[62] M. Csikszentmihalyi, Creatividad: el fluir y la psicología del descubrimiento y la invención, 1998.
[63] M. Salem, F. Eyssel, K. Rohlfing, S. Kopp, and F. Joublin, "To err is human (-like): Effects of robot gesture on perceived an- thropomorphism and likability," International Journal of Social Robotics, vol. 5, no. 3, pp. 313–323, 2013.
[64] J.-J. Cabibihan, H. Javed, M. Ang Jr, and S. M. Aljunied, "Why robots? a survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism," International journal of social robotics, vol. 5, no. 4, pp. 593–618, 2013.

[65] T. Ogata, S. Sugano, and J. Tani, "Open-end human–robot interaction from the dynamical systems perspective: mutual adap- tation and incremental learning," Advanced Robotics, vol. 19, no. 6, pp. 651–670, 2005.
[66] Gonzalez, Enrique y Torres, Miguel: "Organizational approach for agent oriented programming". En: 8th Int. Conf. on Enterprise Information Systems-ICEIS, pp. 75–80, 2006.
[67] Alonso-Martin, Fernando; Malfaz, Maria; Sequeira, Joao; Gorostiza, Javier F. y Salichs, Miguel A.: "A Multimodal Emotion Detection System during Human-Robot Interaction". SENSORS, 2013, 13(11), pp. 15549–15581.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

EL KINECT COMO ALTERNATIVA PARA LA RECONSTRUCCIÓN Y MODELADO 3D*

DANIEL PARRA
Universidad Autónoma de Colombia
parra.daniel@fuac.edu.co

JOHAN DURAN
Universidad Autónoma de Colombia
johan.duran@fuac.edu.co

RESUMEN

En este artículo se explican las razones por las cuales el Kinect puede llegar a ser una alternativa de bajo costo para la reconstrucción y modelado 3d tanto de objetos como superficies además de algunas aplicaciones que han sido desarrolladas para incrementar su uso y las herramientas con las que fueron desarrolladas. Inicialmente se presentarán las características, funcionalidades y contexto en el que se desarrolló este dispositivo, además de las razones por las que es una buena alternativa para temas de reconocimiento, modelado y reconstrucción de objetos 3D. Posteriormente se describirá cuáles son las algunas de las herramientas y librerías utilizadas para el manejo tanto del dispositivo físico, como de la información que proporciona el mismo. Por último, se centrará en proyectos que utilizan este dispositivo como base para el desarrollo de sus investigaciones, los procesos para el manejo de la información que les brinda y los resultados que han obtenido.

ABSTRACT

This article explains the reasons why Kinect can become a low cost alternative to the reconstruction and 3D modeling of objects and surfaces as well as some applications that have been developed to increase its use and the tools with They were developed. Initially it presents the characteristics, functionalities and the context in which this device was developed, besides the reasons why it is a good alternative for the subjects of recognition, modeling and reconstruction of 3D objects. Later, they are described which are of the tools and the libraries that are used for the handling of both the physical device and the information that it provides. Finally, it focuses on projects that use this device as a basis for the development of their research, the processes for managing the information that provides it and the results they have obtained.

KEYWORDS

Object Sensing, Surface reconstruction, 3D modeling tools.

1 INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, se ha podido observar el continuo crecimiento de las investigaciones acerca de realidad aumentada y realidad virtual, en otras palabras, conectar elementos del mundo virtual y real, a partir de herramientas de hardware y software como es el caso del Kinect.

Kinect apareció como un accesorio para las consolas Xbox 360 el 4 de noviembre de 2010, desarrollado por una empresa colaboradora de Microsoft llamada PimeSense. El 1 de junio de 2009 cuando Microsoft anunció el dispositivo bajo el nombre de "proyecto natal" en él E3 (Electronic Enterteinment Expo). El nombre "natal" proviene de una ciudad brasileña con el mismo nombre, debido a que uno de los directores del proyecto es de origen brasilero y su significado en latín es nacimiento. La idea principal del dispositivo es ser una herramienta que permita al usuario interactuar con un Xbox360 mediante gestos y comandos por voz. Cuando fue presentado generó gran impacto, ya que brinda una nueva forma de interactuar con los videojuegos, sin depender del mando de la consola. Además, el dispositivo no solo se utiliza para la industria de los videojuegos, sino para muchas otras áreas como por ejemplo robótica, intérpretes de teatro, interfaces naturales, medicina, etc.

Luego de un mes del lanzamiento del Kinect, PrimeSense decidió crear su propia API de controladores y frameworks llamada OpenNI, basado en un proyecto que tenía la comunidad de código abierto llamado OpenKinec-t/libfreenect (Cruz, Lucio, & Velho, 2012), ambas API son de código abierto. El 21 de febrero del 2011 Microsoft lanzaría su propio kit de desarrollo no comercial llamado Microsoft Kinect SDK. En ese mismo año ganó el premio MacRobert por innovación de ingeniería, además también gano el T3 "Gadget of year" por el dispositivo de innovación del año y su API de desarrollo el Microsoft Kinect SDK, en la ceremonia del Popular Mechanics Breakthrough ganó el premio al producto tecnológico más innovador.

Los proyectos que utilizan el Kinect aprovechan las características físicas del dispositivo utilizando diferentes librerías y herramientas para realizar los procesos de escaneo, reconstrucción y modelado tanto de objetos como de superficies 3D, ya que estas proporcionan el software con el que se establece la comunicación con un computador u otro dispositivo que reciba la información suministrada al momento de ejecutar estos procesos.

El objetivo es identificar y presentar las razones que tiene el dispositivo para que pueda ser considerado como alternativa para la reconstrucción y modelado 3D, a partir de sus características, interacción con el usuario, variedad de herramientas con las que tiene compatibilidad, soporte que tiene por parte de desarrolladores e investigadores.

2 CARACTERISTICAS DEL KINECT

En sus inicios el software del Kinect fue desarrollado por una empresa subsidiaria de Microsoft (Rare) y la tecnología de la cámara por la ya anteriormente nombrada PrimeSense. Kinect proporciona un sensor de profundidad, una cámara RGB, acelerómetro, un motor y un micrófono multiArray y el chip de procesamiento llamado PrimeSense Chip.

Figura 1. Dispositivo Kinect (Robotiq, 2017)

Como se muestra en la figura 1 el dispositivo cuenta con cuatro elementos principales, una cámara RGB en resoluciones de 640x480 y 1280x1024 pixeles, un sensor de profundidad (proyector IR + cámara IR) en tres resoluciones 640x480, 320x240, 80x60 pixeles correspondientes, un motor para controlar la inclinación del dispositivo y un arreglo de cuatro micrófonos distribuidos a lo largo del sensor (Microsoft, 2017).

2.1 CAMARA RGB

La cámara RGB también funciona a 30 Hz, puede capturar imágenes a 640x480 pixeles con 8 bits por canal, además tiene la posibilidad de cambiar la cámara a alta resolución funcionando a 10 fps a una resolución de 1280x1024 pixeles. La cámara posee un conjunto de características en las cuales se incluyen balanceo automático de blancos, saturación de color y corrección de defectos, entre otros (Eduardo Salvatore, Osio, & Morales, 2014).

2.2 SENSOR DE PROFUNDIDAD

El sensor utiliza luz estructurada infrarroja para su funcionamiento. La fuente de luz infrarroja, proyecta un patrón de puntos sobre la escena que es leído por un sensor de infrarrojos monocromático CMOS. El sensor detecta los segmentos de puntos reflejados y estima la profundidad a partir de la intensidad y la distorsión de los mismos (Eduardo Salvatore, Osio, & Morales, 2014).Para un funcionamiento correcto del sensor se debe satisfacer las siguientes condiciones teóricas:

- Máxima (mínima) distancia del objeto al sensor: 3.5 (1.2) metros.
- Los objetos deben estar dentro del Angulo de visión ±43º verticalmente y de ±57º horizontalmente.
- Relacionadas con el tipo de objeto (translucido, especular, cóncavo, etc.).
- Relación con la iluminación (luz solar fuerte).

Si el valor de un pixel del mapa es 0, significa que el sensor no pudo estimar la profundidad para esa región por no cumplirse alguna de estas condiciones (Córdova Lucero, 2012).

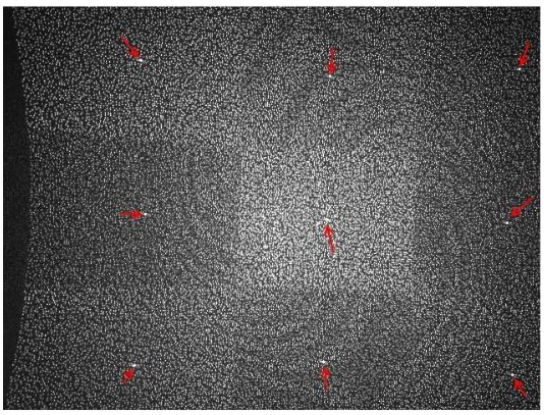


Figura 2. Patrón de puntos emitidos por el sensor Kinect (Córdova Lucero, 2012).

El sensor del Kinect presenta varias limitaciones que hacen que la profundidad de ciertas regiones de la escena no se pueda estimar o al estimarse la fiabilidad de los datos no sea buena. Esto se debe a factores internos (arquitectura del dispositivo) y factores externos (ambiente de la escena).

3 INTERACCIÓN CON EL USUARIO

Un aspecto que ha permitido el crecimiento del uso de este dispositivo, ha sido la flexibilidad en la interacción directa tanto para desarrolladores como para personas sin conocimiento informático "para superar las deficiencias de algoritmos automáticos para casos difíciles", ya que históricamente "la interacción del usuario es una etapa post-procesamiento: después de que todos los datos han sido adquiridos el usuario se sienta en una computadora y luego marca y corrige estructuras en el modelo (Du, y otros, 2011)

Esta nueva manera de ejecutar los procesos con el acompañamiento constante de una persona, permite que esta capture, controle y manipule en tiempo real la información que proporciona el dispositivo, lo que garantiza que los resultados que se generen sean de mayor utilidad para los fines que defina la persona.

4 CONSTRUCCION DE MODELOS 3D

A partir del conjunto finito de puntos producido o emitidos por el sensor del Kinect, se inicia el proceso de generación de superficies, permitiendo obtener información adicional como líneas de ruptura y densidad de la nube de puntos, lo que influye directamente en los resultados que los datos de entrada proporcionan al algoritmo que el usuario utilizo para almacenar la nube de puntos correspondiente.

La conversión de los datos de entrada obtenidos en una superficie poligonal se realiza en tres pasos generales:

Pre-procesamiento: fase en la cual se eliminan los datos erróneos de la nube de puntos para reducir tiempos de cálculo, se hace uso de métodos que corrigen los errores que se generan al obtener el muestreo de los datos, por limitaciones del mismo dispositivo o del ambiente que se desea escanear (Remondino, 2003).Además, se hace necesario la reducción del ruido a partir de métodos estadísticos, que se aplican

teniendo en cuenta la curvatura superficial. Por último, se cierran los huecos en la nube de puntos añadiéndolos de forma manual o automática nuevos puntos, haciendo uso de la curvatura y densidad de los puntos circundantes.

Triangulación: Es la parte central de los programas de reconstrucción, ya que convierte el conjunto de datos obtenidos en la nube de puntos por el sensor en un modelo poligonal consistente o malla (Remondino, 2003). Los datos de salida representan los bordes, vértices y caras de la superficie analizada, una triangulación óptima se define midiendo los ángulos, las longitudes de los bordes, la altura o el área de los elementos mientras que el error de las aproximaciones del elemento finito se relaciona generalmente con el ángulo mínimo de los elementos. Los vértices de la triangulación pueden ser exactamente los puntos de entrada o puntos extra, denominados puntos de Steiner y que se insertan para crear una malla más óptima (M & D, 1992).

Post-procesamiento (Remondino, 2003)**:** los polígonos generados requieren de ciertas correcciones a imperfecciones que se realizan de forma manual para refinar la superficie:

- Corrección de bordes: las caras pueden dividirse por lo general en dos partes, trasladándolas a otro lugar (Remondino, 2003).
- Inserción de triángulos: se pueden rellenar huecos con estructuras poligonales que respeten la zona circundante, las mallas incompletas se pueden reparar con función en base radial o con un enfoque volumétrico.
- Edición de polígonos: se puede reducir el número de polígonos, preservar la forma del objeto, fijar un límite, añadir vértices, ajustar las coordenadas de los vértices existentes y eliminar los picos con funciones de suavizado, con el fin de mejorar el modelo poligonal de la superficie.

5 HERRAMIENTAS

En el mercado actual se encuentran distintas alternativas para ejecutar procesos de escaneo y reconstrucción de modelos 3D a partir del uso del Kinect, ya sean herramientas completas, librerías utilizadas para desarrollar aplicaciones específicas, o un tercer caso que implemente ambas para un proyecto de mayor complejidad, se explicaran brevemente las herramientas y librerías que pueden ser utilizadas para este propósito.

5.1 Herramientas (Aplicaciones)

Estas ya tienen configurado una serie de opciones que ayudan a escanear, modelar y procesar los modelos 3D, para que el usuario solo tenga que hacer uso de ella según la necesidad como:

5.1.1 Kinect Fusión (Raluca Popescu & Lungu, 2014)

Es un algoritmo desarrollado en 2011 por Microsoft Research, el algoritmo permite al usuario llevar un sensor Kinect y moverlo dentro de una habitación para reconstruir un modelo 3D de alta calidad, el proceso de

seguimiento y reconstrucción de la superficie se implementa en cuatro fases que cubren desde el mapa de profundidad sin procesar, hasta la imagen renderizada de la escena 3D, estas fases son:

- **Extracción de la superficie**: en este paso se calcula las posiciones de la superficie y la normal.
- **Alineación**: en este paso se calcula la posición y orientación del sensor.
- **Integración volumétrica**: en este paso se llena un objeto 3D con información superficial.
- **Ray-casting**: se calculan las posiciones de la superficie y son utilizadas en el proceso de renderizado.

5.1.2 ReconstructMe SDK (HEINDL, BAUER, ANKERL, & PICHLER, 2015)

Se diseñó como una librería que provee una interfaz fácil de usar para desarrolladores que necesitan integrar una herramienta para la reconstrucción 3D de alto desempeño, esta encapsula la comunicación con los sensores 3D y controla los detalles de hardware como la paralización de tareas, el API brinda una cantidad de interfaces para su funcionamiento, las cuales son:

- reme_context_t: provee la administración del ciclo de vida de los objetos y mantiene la comunicación con un dispositivo de cómputo.
- reme_sensor_t: provee el acceso a la información de la imagen reme_image_t del mundo real, esta alimenta a reme_volume_t donde ocurre la reconstrucción.
- reme_surface_t: permite la extracción de mallas 3D triangulares.
- reme_options_t: para ajustar valores de las diferentes interfaces.
- reme_viewer_t: brida opciones de visualización.
- reme_recorder_t: para propósito de pruebas.
- reme_calibrator_t: provee opciones de calibración para mejorar la precisión del sensor.
- Otras opciones son Skanect (Occipital, 2017), Kscan3D (LMI Technologies, 2017), que también permiten al usuario escanear modelos 3D en tiempo real, modificarlos para generar (mallas, superficies o nube de puntos) y almacenarlos para su posterior uso.

5.2 Librerías

Se tratan de un conjunto de métodos, almacenados en archivos externos, que pueden ser agregados a un proyecto de desarrollo, sea una aplicación o una extensión de la librería, que contienen funciones que cumplen algunas de las funciones que tienen las herramientas ya mencionadas, solo que esta permite elegir en que momento y de qué forma van a ser utilizadas: algunas de estas son:

5.2.1 PCL (Point Cloud Library)

Es una librería desarrollada en c++ que incorpora algoritmos de procesamiento en 3D para la manipulación de nubes de puntos como algoritmos de filtrado, estimación de características, reconstrucción de superficies, ajustes a los modelos, segmentación, registro entre otros (Bogdan Rusu & Cousins, 2011), para simplificar el proceso de desarrollo PCL se encuentra dividido en una serie de librerías más pequeñas que pueden ser compiladas por separado, las cuales son:
Libpcl filters: implementa filtros, manejo de resoluciones, extracción de índices, proyecciones etc.

Libpcl features: implementa características 3D como estimación de normales en las superficies, imágenes integrales, curvaturas principales etc.
Libpcl io: implementa operaciones de entrada y salida como la lectura y escritura de archivos PCD (Point Cloud Data).
Libpcl segmentation: implementa extracción de cluster, ajuste de modelos, extracción del prisma poligonal, etc.
Libpcl surface: implementa técnicas de reconstrucción de superficies.
Libpcl registration: implementa métodos de registrar de nubes de puntos como ICP.
Libpcl keypoints: implementa diferentes métodos de extracción de keypoints.
Libpcl range image: implementa el soporte para imágenes creadas a partir de conjuntos de datos de nube de puntos (point cloud datasets).

5.2.2 OpenNI

"Es un Framework de código abierto que permite manejar el periférico Kinect" (Osorio Ochoa, Olvera López, Isidro Martin, Vázquez Valencia, & Luna Cordova, 2011), este comparte los módulos necesarios para controlar los diferentes componentes del dispositivo, como los sensores de audio, video y profundidad además de que proporciona una API que conecta el Kinect con un computador.

6 PROYECTOS DESARROLLADOS

El reconocimiento y modelamiento de objetos era una actividad realizada únicamente por especialistas con máquinas costosas, lo que resultaba en que fuera inaccesible para la mayoría de la gente puesto a que no tenían ni el conocimiento ni los recursos para adquirir dichas maquinas.

A medida que se construyeron dispositivos que podían ejecutar procesos de escaneo, modelación y reconstrucción de objetos 3d, de manera menos precisa pero más económica, se han iniciado proyectos que tratan de cumplir con los mismos objetivos para satisfacer las necesidades que presenta cada una de las propuestas.

Otros implementan métodos más estructurados para la captura y procesamiento de modelos 3D, definiendo si el modelo se mantendrá en una posición fija o se mantendrá en movimiento para realizar el proceso de escaneado, resulta apropiado utilizar Kinect fusión para el primer caso, ya que este tiene un error de reconstrucción promedio de 0.94 mm en los casos en que el modelo se mantiene en la misma posición, pero para casos en que los modelos se mueven los resultados son de menor calidad respectos de otras herramientas (Dou, Taylor, Fuchs, Fitzgibbon, & Izadi, 2015).

Además se han generado proyectos que utilizan características y funcionalidades de varias herramientas para solventar una necesidad específica, como es el caso del proyecto kinFu, que utiliza Kinect fusión para la reconstrucción en tiempo real generando una nube de puntos que luego es procesada con una librería llamada PCL (Point Cloud Library) para crear una aplicación de escaneo 3D (Pirovano, 2012).

7 MODELADO Y RECONSTRUCCIÓN DE OBJETOS 3D

Para verificar el potencial del dispositivo al momento de escanear modelos 3D en tiempo real, se utilizaron diferentes herramientas como Skanect (Occipital, 2017), ReconstructMe (HEINDL, BAUER, ANKERL, & PICHLER, 2015), Kscan3D (LMI Technologies, 2017), para realizar el proceso de escaneo y reconstrucción del objeto con el cual se realizaría la evaluación de la información que otorga el dispositivo, ya que estas herramientas configuran la conexión y comunicación con el Kinect, lo que permite en el proceso ya mencionado de captura de información con el sensor.
Se evaluó el mismo objeto para establecer una referencia base y se observaron los modelos y la calidad de color que tenían los mismos, que se generaban según el uso de cada herramienta.

Figura 3. Modelos generados con herramientas de escaneo y reconstrucción de objetos 3D.

La imagen superior izquierda presenta el objeto de referencia con el que se realizaron las pruebas, la imagen superior derecha presenta el modelo generado con la herramienta ReconstructMe que no brindo información acerca del número de caras y vértices que se generaron en el proceso de reconstrucción, luego en la imagen inferior izquierda presenta el modelo generado con la herramienta Skanect que genero 364,897 caras y 191,339 vértices ya que también alcanzo a tener en cuenta otros objetos cercanos, y por último la imagen inferior derecha presenta el modelo generado con la herramienta Kscan3D que genero 437,510 y 224,078 vértices.

Según estos resultados también se pudo evaluar temas como el manejo de la herramienta para detección del objeto y el aislamiento del mismo del resto de la escena que lo rodea.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación, el Kinect puede escanear, modelar y reconstruir objetos a tiempo real del mundo físico de una manera estructurada y con un nivel de precisión apropiado para que puedan ser utilizados en proyectos investigativos o de innovación.

8 CONCLUSIONES

En este documento hemos presentado las características, funcionalidades y aplicaciones del Kinect como herramienta para el escaneo, reconstrucción y modelado de objetos 3D, así como también las librerías principales que permiten trabajar con los datos obtenidos de una forma más personalizada, es decir, las funciones que se utilicen pueden ser adaptadas según las características de los objetos para evidenciar mejores resultados en el modelo 3D.

Las herramientas que mencionamos permiten escanear y generar un modelo poligonal 3D del objeto, sin embargo, cada programa posee desventajas que influyen directamente en los resultados obtenidos sobre el modelo, por ejemplo, en el programa ReconstructMe es fácil que pierda el objeto, debido a que si el Kinect cambia de Angulo o de posición bruscamente esto puede ocasionar que el modelo se deforme y sea necesario comenzar de nuevo.

REFERENCIAS

- Bogdan Rusu, R., & Cousins, S. (2011). *3D is here: Point Cloud Library (PCL).* Menlo Park: Willow Garage.
- Córdova Lucero, F. A. (2012). *DETECCIÓN DE ROBO/ABANDONO DE OBJETOS EN INTERIORES UTILIZANDO CÁMARAS DE PROFUNDIDAD.* MADRID: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID.
- Cruz, L., Lucio, D., & Velho, L. (2012). *Kinect and RGBD Images: Challenges and Applications.* Rio de Janeiro: IMPA - VISGRAF Lab.
- Dou, M., Taylor, J., Fuchs, H., Fitzgibbon, A., & Izadi, S. (2015). *3D Scanning Deformable Objects with a Single RGBD Sensor*. UNC-Chapel Hill.
- Du, H., Henry, P., Ren, X., Cheng, M., Goldman, D. B., Seitz, S. M., & Fox, D. (2011). *Interactive 3D Modeling of Indoor Environments with a Consumer Depth Camera.* Seattle: Department of Computer Science and Engineering, University of Washington, Seattle, WA, USA.
- Eduardo Salvatore, J., Osio, J., & Morales, M. (2014). *Detección de objetos utilizando el sensor Kinect.* Buenos Aires: UNAJ.
- HEINDL, C., BAUER, H., ANKERL, M., & PICHLER, A. (2015). *ReconstructMe SDK: a C API for Real-time 3D Scanning* . Steyr: PROFACTOR GmbH.
- LMI Technologies. (2017, 7 2). *Kscan3D*. Retrieved 7 2, 2017, from http://www.kscan3d.com
- M, B., & D, E. (1992). *Mesh Generation and Optimal Triangulation.* World Scientific.
- Microsoft. (2017, 7 2). *microsoft*. Retrieved 7 2, 2017, from https://developer.microsoft.com/es-es/windows/kinect/hardware
- Occipital. (2017, 7 2). *Skanect*. Retrieved 7 2, 2017, from http://skanect.occipital.com
- Osorio Ochoa, C., Olvera López, J. A., Isidro Martin, M., Vázquez Valencia, J., & Luna Cordova, J. (2011). *Análisis de la Marcha mediante Plataforma Kinect.* Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Pirovano, M. (2012). *Kinfu – an open source implementation of Kinect Fusion + case study: implementing a 3D scanner with PCL.* Milan: UNIMI.
- Raluca Popescu, C., & Lungu, A. (2014). *Real-Time 3D Reconstruction Using a Kinect Sensor.* Bucharest: Politehnica University of Bucharest.
- Remondino, F. (2003). *FROM POINT CLOUD TO SURFACE: THE MODELING AND VISUALIZATION PROBLEM.* Zurich: Institute of Geodesy and Photogrammetry.

- Robotiq. (2017, 7 2). *Robotiq*. Retrieved 7 2, 2017, from http://blog.robotiq.com/bid/40428/Using-The-Kinect-For-Robotic-Manipulation

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

MODELO DE NEGOCIO DE COMERCIO ELECTRÓNICO EN PRODUCTOS LÁCTEOS PARA EL MUNICIPIO UBATÉ

LEIDY THATIANA ALARCÓN RODRÍGUEZ
Universidad de Cundinamarca
thatianaalarcon@gmail.com

ERIKA MAYERLI ROJAS LANCHEROS
Universidad de Cundinamarca
erhick.1002@gmail.com

JAVIER ORLANDO BARRERO PÁEZ
Universidad de Cundinamarca Ingeniero de Sistemas
jobarrero@ucundinamarca.edu.co

RESUMEN

El comercio electrónico ha cambiado la forma de llevar los procesos en los negocios, debido a que ha descubierto nuevas oportunidades de venta y de servicio favorables para la misma. Es notable la importancia del desarrollando e implementación de la comercialización online ya que complementa la evolución de generar nuevos insumos para el apoyo en la toma de decisiones estratégicas en las diferentes áreas o procesos que se presentan en las actividades diarias de las personas y empresas.

A continuación se presentara el diseño de un modelo de negocio de comercio electrónico para la venta de productos lácteos del municipio de Ubaté, este mercado tendrá características especiales como la buenas prácticas, en el cual se propondrá un nuevo canal de ventas (tienda on-line) accediendo a una variedad de beneficios tanto para el consumidor como para el productor, ya que se ofertaran bienes saludables y de calidad en el menor tiempo posible y a un precio justo.

TÉRMINOS GENERALES

Comercio electrónico: Realización de operaciones de negocios y la compraventa de bien es y servicios mediante la utilización de sistemas electrónicos.

Modelo de negocio: Es una representación simplificada de la lógica del negocio, es decir, es la descripción de la forma como cada negocio ofrece sus productos o servicios a los clientes, cómo llega a estos, su relación con ellos y cómo la empresa gana dinero

PALABRAS CLAVE

- Comercio Electrónico

- Buenas prácticas
- Negocio electrónico
- Canal
- Producción
- Marketing
- Lienzo

KEYWORDS

- e-commerce
- Good practices
- E-business
- Channel
- Production
- Marketing
- Canvas

ABSTRACT

E-commerce has changed the way business processes are run, because it has discovered new sales and service opportunities in favor of it. The importance of the development and implementation of online marketing is remarkable since it complements the evolution of generating new inputs for the support in the strategic decision making in the different areas or processes that are presented in the daily activities of the people and companies.

The following is the design of an e-commerce business model for the sale of dairy products in the municipality of Ubaté, this market offers special features such as good practices, which proposes a new sales channel (online store) Accessing a variety of benefits for both the consumer and the producer, as they offer healthy and quality goods in the shortest possible time and at a fair price

INTRODUCCIÓN

El comercio electrónico en la actualidad se ha convertido en un nuevo canal para la venta de productos sin importar su categoría, mediante el uso de la tecnología y medios electrónicos acogidos por la sociedad permite generar nuevas oportunidades de negocio, flexibilidad y dinamismo para adoptar campañas de marketing en tiempo real, Acceso a clientes de cualquier zona geográfica sin limitación, apertura y expansión hacia nuevos mercados teniendo contacto directo con los clientes actuales y potenciales con un análisis más eficiente.

El municipio de Ubaté, se destaca por ser la capital lechera de Colombia, donde es una de las cuatro zonas de mayor producción en litros de leche según la publicación expuesta por Fedegan en su informe: cuencas lecheras. [1]

Siendo una oportunidad relacionar la producción de este municipio con las nuevas tendencias tecnológicas para generar mayores beneficios y utilidad, se plantea realizar un modelo de negocio donde los productores de

la región de acuerdo a normas de calidad como lo son: las buenas prácticas en la manipulación de lácteos y sus derivados, ofrecer productos con características especiales al consumidor final a través de una tienda on-line agregando valor y así generar beneficios tanto para el consumidor como para el productor.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un modelo para la venta de productos lácteos del municipio de Ubaté mediante el modelo de canvas

Objetivos específicos

Determinar las empresas locales de producción láctea y su método de comercialización por medio de uso de instrumentos de investigación

Identificar las diversas herramientas que contribuyen a las estrategias de comercialización de los productos agrícolas y lácteos mediante investigación para la implementación de un nuevo modelo de negocio.

Establecer un modelo de ventas on-line para productos agrícolas y lácteos del municipio de Ubaté que permita adaptar un nuevo canal de comercialización.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El comercio electrónico es un canal para la compra y venta de bienes y servicios, mediante el uso de herramientas tecnológicas (internet), permite a las empresas competir con las exigencias del mercado y necesidades que rige al consumidor final, implicando nuevas oportunidades y cambios constantes para crear valor y diferenciación en el mercado competitivo.

Actualmente, la comercialización de los productos lácteos del municipio de Ubaté se realiza tradicionalmente, donde las empresas, mediante sus locales generan ventas de sus productos dentro del municipio, siendo una oportunidad utilizar herramientas que permitan atacar nichos de mercado generando más oportunidad en las ventas.

El municipio de Ubaté se conoce como "La capital lechera de Colombia" de acuerdo a la gran producción que se genera en este sector y sus alrededores. Se puede evidenciar en la publicación expuesta por Fedegan en su informe: Cuencas lecheras, motores de la producción nacional "Con una producción de más de 7 millones de litros diarios, las 4 zonas (Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y Nariño) son consideradas las de mayor producción en materia de lechería especializada del país." Siendo este municipio destacado por reconocimiento en la calidad de sus productos. [1]

JUSTIFICACIÓN

Para aumentar la comercialización de productos lácteos del municipio de Ubaté se plantea realizar un estudio de factibilidad que permita evidenciar las oportunidades que puede presentar el nuevo canal de ventas a las empresas de este sector, determinar cuál es el estado actual y que empresas estarían interesadas en implementar las nuevas tecnologías en beneficio propio, ya que se generaría mayor cobertura en cuanto a la oferta de productos dentro del municipio.

Mediante el comercio electrónico los consumidores finales pueden adquirir sus productos de manera fácil y eficiente, contando con una variedad de beneficios como: adquisición de productos sin desplazamiento, más información del producto, intercambio de bienes y servicios, mantener relación empresacliente, permitiendo que los mismos clientes atraigan a nuevos de acuerdo a su experiencia y de igual manera dar relevancia a las opiniones y/o sugerencias de los mismos.

Realizando el estudio se podrá evidenciar el diseño del comercio electrónico en el municipio de Ubaté para una empresa de lácteos, las aportaciones y/o beneficios que tendría tanto la empresa como el consumidor puesto que la oferta de productos es amplia debido a la variedad de derivados de la leche que se pueden obtener.

Teniendo como referencia el informe de CONtextoganadero, especifica: "la provincia de Ubaté se encarga en aportar 2.4 millones de litros al día, logrando uno de los volúmenes más altos de todo el país" debido a la economía que se genera en este sector permitiría mediante las nuevas tecnologías indagar nuevos mercados que contribuyan a apoyar el desarrollo de la empresa, ya que las exigencias del mercado en el transcurso del tiempo van cambiando y se encuentran apoyadas en las TIC. [2]

MARCO TEÓRICO:

Leche: es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas. La leche es uno de los alimentos más completo que se encuentra en la naturaleza, por ser rica en proteínas, grasas, vitaminas y minerales, necesarias para la nutrición humana. [3]

La leche y sus derivados: Son alimentos muy completos ya que poseen los tres principios inmediatos que son las proteínas, los lípidos y los glúcidos. Además son ricos en vitaminas del grupo
B, vitaminas A y D y minerales como el calcio. [4]

- Quesos
- Yogurt
- Arequipe
- Quesadillos /combinados
- Cuajada
- Dulce de leche
- Postres de leche
- Almojábanas

Norte de Antioquia es la cuenca lechera más importante del país: Distribución del hato ganadero orientado a la producción de leche por departamento, [5] teniendo en cuenta que una de la producción más destacada está el departamento de Cundinamarca

como se muestra en la (figura 1)

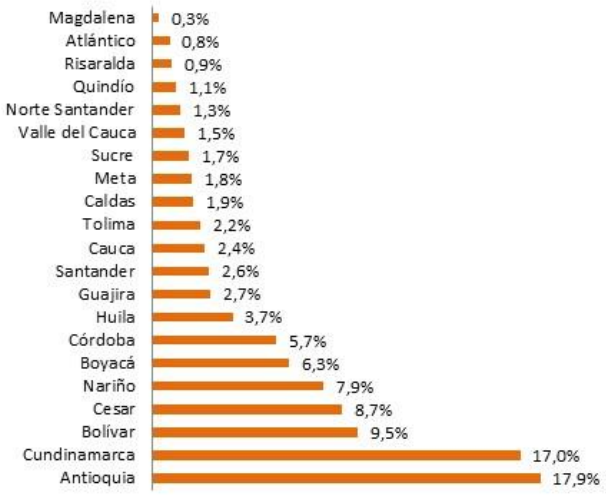


Figura 1: DANE- Encuesta Nacional Agropecuaria, 2013; Contexto Ganadero (2014).

Producción leche/día Cuencas lecheras Colombia: en el departamento de Cundinamarca y sus municipios destacan una producción elevada, en cual se origina el nombre del municipio de Ubaté la capital lechera de Colombia como se ve reflejados en la (figura 2) con un producción de 2.400.000 por día.

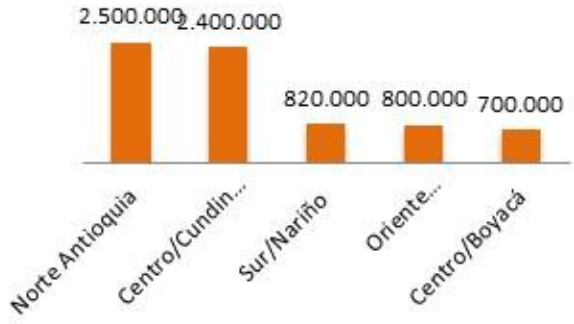


Figura 2: DANE- Encuesta Nacional Agropecuaria, 2013; Contexto Ganadero (2014).

Que es el comercio electrónico: realización de operaciones de negocio y la compra y venta de bienes y servicios mediante la utilización de medios electrónicos.

El comercio electrónico tiene cada función en los diferentes procesos en los modelos de negocios, entre ellos están:

- **De comunicación:** el comercio electrónico se define como la entrega de información, producto/servicios o pagos por medio de líneas telefónicas, redes de ordenadores o cualquier otro medio electrónico.
- **Proceso de negocio:** el comercio electrónico consiste en la aplicación de la tecnología a la automatización de procesos de negocio y flujo de trabajo.
- **Proceso de servicio:** el comercio electrónico es una herramienta que aumenta la satisfacción de la empresa y de los clientes mediante una reducción de costes, una mejora en la calidad de los productos y una mayor rapidez en la entrega de los productos.
- **Tienda on-line:** el comercio electrónico facilita compraventa de productos, así como la obtención de mayor información tanto de clientes como los productores a través de internet o mediante otras redes que se encuentran interconectadas.[6]

Un factor importante en el comercio electrónico es la relación que tiene las personas, tecnología y el web, para analizar e identificar el estado del sector mercado y económico de nuestro país, en la (figura 3), muestra los indicadores básicos de tenencia de bienes TIC en hogares colombianos. Y los Indicadores básicos de uso de TIC por personas de 5 años y más de edad. Total nacional,
9 regiones, cabecera y centros poblados y rurales

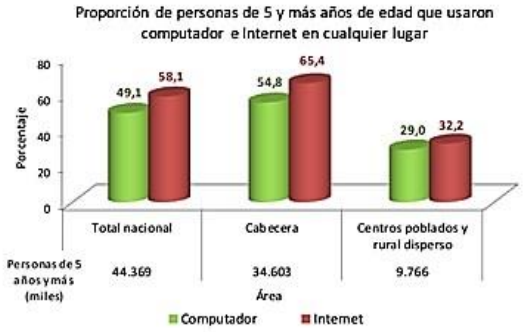


Figura 3: DANE - Encuesta de Calidad de Vida (ECV) 2016.

Uso de internet (en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo:
En 2016 para el total nacional, el 58,1% de las personas de 5 y más años de edad utilizó Internet; 65,4% en las cabeceras y 32,2% en centros poblados y rural disperso. En 2015, el porcentaje del total nacional de personas que usaron Internet fue de 55,9% (figura 4). [7]

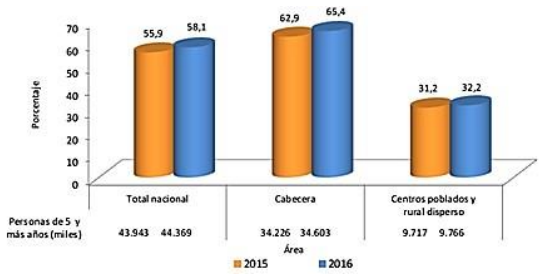


Figura 4: DANE - Encuesta de Calidad de Vida (ECV) 2016.

La compra efectiva online se encuentra muy asociada a dispositivos como portátil/ computador escritorio con un 94%, los cuales ganan peso especialmente en las compras que requieren ver más detalle del producto o servicio. El Smartphone con 49%, se presenta como sólida alternativa para la compra online por su crecimiento en penetración y uso, mientras que sólo 1 de cada 4 compradores online que disponen de Tablet (26%) la utilizan para este tipo de compras.[8]

Un punto a tener en cuenta es la tendencia que se genera a realizar compras debido al tiempo debido a la ocupación de las personas como lo dice

Hannu Yrjo en su artículo"Las compras electrónicas de comestibles (EGS) con entrega directa a domicilio se están convirtiendo gradualmente en una opción para familias ocupadas. Los primeros operadores EGS ofrecen servicio construido en la parte superior de la tienda de comestibles tradicional y el Internet sólo se utiliza como una herramienta de comunicación para transmitir la orden del cliente."[9] (Consideraciones sobre la distribución física de las compras electrónicas de comestibles).

EL COMERCIO ELECTRÓNICO INTERNACIONAL, OPORTUNIDAD PARA EL COMERCIO MINORISTA

El estudio revela que el comercio electrónico internacional ofrece tasas de crecimiento agregado que no están disponibles en la mayoría de los otros mercados minoristas: se prevé que los volúmenes minoristas transfronterizos aumenten a un ritmo medio anual del 25% entre 2015 y 2020 (de 300 mil millones de USD a 900 mil millones de USD) - dos veces el ritmo de crecimiento del comercio electrónico nacional. Los minoristas online también están impulsando las ventas en un 10-15% de promedio, simplemente extendiendo su oferta a clientes internacionales. Un impulso adicional viene de incluir una oferta de servicios *premium*: los minoristas y los fabricantes que incorporaron una opción de envío más rápido en sus tiendas online, crecieron un promedio de 1,6 veces más rápido que otros actores.[10]

El estudio realizado por la cámara de comercio electrónico donde se muestra en la (Figura 1) las tendencias de las transacciones que se generan en el 2015 y el porcentaje en las diferentes categorías a la hora de realizar compras on-line de acuerdo a su forma de pago. [11]

Figura 5. Banco de la república, cámara colombiana de comercio electrónico, 2015

Auge del comercio electrónico en Colombia:

Colombia se encuentra en permanente crecimiento en el mundo digital a través del comercio electrónico. En 2015, las ventas *online* representan el 2.6 % del PIB nacional con un crecimiento de más del 30 % en ese año. Esto demuestra que cada vez más empresarios están abriendo este canal para la venta de sus productos o servicios.[12]

Gracias a los avances de la tecnología móvil y la penetración del Internet, que hace que más personas puedan comprar *online*, se proyecta que las ventas a través de *comercio electrónico*, a nivel nacional, superen los USD 5.000 millones en 2018. [13] Venta de productos frescos en Internet. Mercados online

Cada vez son más los profesionales del sector de la agricultura, la ganadería y la pesca que optan por vender sus productos directamente al consumidor final, sin intermediarios, a través de Internet (e-commerce).

¿Por qué?

La venta directa al consumidor, sin intermediarios, permite aumentar el margen de beneficio de cada producto y vender a un precio competitivo.

La venta online al por menor requiere un coste de inversión inferior al del negocio tradicional y permite acceder a un mayor número de posibles compradores. [14] Modelos de negocio:

Para el diseño del modelo de negocio se tendrá en cuenta el siguiente:

Empresa a Consumidores (B2C) trata de la venta directa al consumidor final. Con la venta por Internet, las empresas permiten a los consumidores finales hacer sus compras desde el hogar, ofreciendo mayor comodidad, mejores precios o unos productos de difícil localización en los mercados tradicionales.

Modelo Canvas:

Un modelo de negocio describe la lógica de cómo una organización crea, entrega, y captura valor. Según el auto. Un modelo de negocio está conformado por nueve etapas:

1. **Clientes:** Los grupos de personas a los cuales se quieren ofrecer el producto/servicio. Son la base del negocio, así que se deben conocer perfectamente

2. **Propuesta de valor:** Trata del "pain statement" que solucionamos para el cliente y cómo le damos respuesta con los productos y/o servicios la iniciativa. Explica el producto/servicio que se ofrece a los clientes

3. **Canales de distribución:** Se centra en cómo se entrega la propuesta de valor a los clientes (a cada segmento). Es Determinar cómo comunicarnos, alcanzar y entregar la propuesta de valor a los clientes.

4. **Relaciones con los clientes:** uno de los aspectos más críticos en el éxito del modelo de negocio y uno de los más complejos de tangibilizar. Existen diferentes tipos de relaciones que se pueden establecer son segmentos específicos de clientes

5. Fuentes de ingresos: Representan la forma en que en la empresa genera los ingresos para cada cliente. La obtención de ingresos puede ser directa o indirecta, en un solo pago o recurrente

6. **Recursos claves**: Se describen los recursos más importantes necesarios para el funcionamiento del negocio, así como tipo, cantidad e intensidad

7. **Actividades clave:** Para entregar la propuesta de valor se deben desarrollar una serie de actividades claves internas (procesos de producción, marketing)

8. **Redes Claves**: Se definen las alianzas necesarias para ejecutar el modelo de negocio con garantías, que complementen las capacidades y optimicen la propuesta de valor: la co-creación es imprescindible hoy en día en los negocios

9. **Estructura de costes:** Describe todos los costes en los que se incurren al operar el modelo de negocio. Se trata de conocer y optimizar los costes para intentar diseñar un modelo de negocio sostenible, eficiente y escalable [15]

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DEL SECTOR

Según el estudio realizado por la cámara de comercio electrónico, "observatorio de compra" el porcentaje de compradores online aumentó en un 24% con respecto al 2013, del total de internautas colombianos el 76% son compradores online siendo el 22% correspondiente a la categoría de alimentación[16], siendo una gran oportunidad para explorar.

En el 2016 se registró un 45,8% de los hogares poseen conexión a internet siendo la forma por la cual los colombianos ingresan más a internet [17]

En la actualidad se encuentran algunas empresas online que ofrece productos lácteos como lo es: APYMEL, es una empresa dedicada a la conexión del fabricante con el consumidor final, disminuyendo la

cadena de intermediación, siendo una asociación que permite Agrupar a los medianos y pequeños productores de Villa María, Argentina.

MODELO CANVAS SOBRE COMERCIO ELECTRÓNICO EN PRODUCTOS LÁCTEOS PARA EL MUNICIPIO UBATÉ

Un modelo de negocio está conformado por nueve etapas:

1. **Clientes**: el modelo de negocio va dirigido a personas que tienen entre 25-40 años, relación directo con restaurantes y supermercados que ofrecen alimentación de calidad y nutritiva.
2. **Propuesta de valor:** los productos tendrán una presentación llamativa, con el nombre del producto, los componentes, fecha y presentación de nuevas recetas. El Empaque se realizara en bolsas al vacío, con facilidad de acceso y comunicación en diferentes medios, certificación de los productos, excelente prestación de servicio, precio dinámicos y justos, conservación del medio ambiente y dar experiencias en los servicios.
3. **Canales de distribución:** sitio web, correos electrónicos, teléfono celular o teléfono fijo, mediante páginas web de terceros Asoleche, fedegan y fedelac, y por último en la web con Google Adwords.
4. **Relaciones con los clientes**: es muy importante las sugerencias y observaciones que realiza el cliente, mediante el uso de redes sociales, comunicarse directamente al sitio web, teléfonos disponible a las 24 horas y 7 días de la semana, con brading y servicio de post venta.
5. **Fuentes de ingresos:** el modelo de negocio cuenta con diferentes formas de pago, ya que se cuenta con la facilidad y comodidad del cliente. Los pagos son: PayPal, transferencias bancarias directas, tarjetas de crédito.
6. **Recursos claves:** Se describen los recursos más importantes necesarios en el modelo de negocios son: hosting, infraestructura física y los recurso humanos.
7. **Actividades clave: Para entregar la propuesta de valor se deben desarrollar las siguientes actividades:** (desarrollo del sitio web, constitución e la empresa, legalización de la comercialización de los productos, ventas online, realizar alianzas estratégicas y producción, comercialización de los productos lácteos).
8. Redes o alianzas claves: Para crear el modelo de negocio debemos contar con unos proveedores, trabajar con las pequeñas y mediana productoras de leche, asociaciones o cooperativas del sector ganadero, alianzas estratégicas con las fedelac y fedegan.
9. Estructura de costes: los costos que incurren en el modelo de negocio son: la infraestructura del negocio, hosting, recurso humano, mantenimiento del sitio web o transporte, el dominio para ejecutar el sitio web, diseño de la marca.

CONCLUSIÓN:

- El municipio de Ubaté es la capital lechera de Colombia, en lo cual hace parte de las cuatro zonas que tiene mayor producción de litros de leche en todo el país, siendo muy bajo el reconocimiento de las empresas de este sector. Teniendo como referente la gran variedad de productos y servicios que ofrecen actualmente.
- El modelo negocio planteado anteriormente permite abrir un nuevo canal de venta en los productos lácteos del municipio de Ubaté mediante el uso de plataformas on-line se adquiere el reconocimiento de la marca e identificación de la transformación elevada que tiene respecto a la competencia, catálogo de los productos, promociones y presentación de precios atractivos y justos, conocimiento y seguimientos de los clientes.
- El comercio electrónico ha ido evolucionando en la actualidad, convirtiéndose en gran auge para el comercio, tanto que ha llegado a la comercialización de productos perecederos.
- La necesidad de llegar a nuevos mercados obliga a utilizar nuevas tecnologías, mediante el uso adecuado pueden llegar a ser lucrativas si se plantea un modelo enfocados a suplir necesidades de algún ser humano.

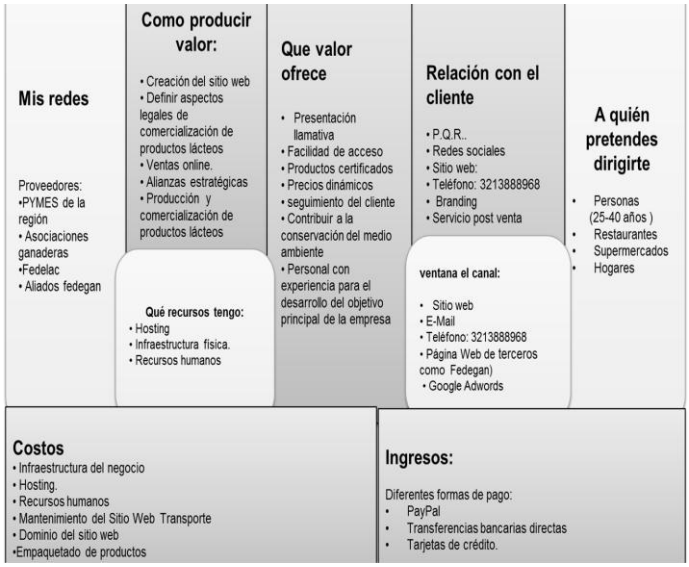


Figura 6. Modelo Canvas del comercio electrónico de productos lácteos del municipio de Ubaté

REFERENCIAS

[1] Franco, (D. C). (Marzo 10, 2017). FEDEGAN. Obtenido de: http://www.fedegan.org.co/noticias/informe-cuencaslecheras-motores-de-la-produccion-nacional

[2] Franco, (D. C). (Marzo 25, 2013) Contextoganadero. Obtenido de: http://www.contextoganadero.com/ganaderiasostenible/informe-cuencas-lecheras-motores-de-laproduccion-nacional

[3] FAO. (2017). Producción y productos lácteos. Recuperado el 21 de 08 de 2017, de http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-yproductos-lacteos/composicion-de-laleche/es/#.WZsVcDPyjIV

[4] Roca Ruiz, M. (A.R). Leche. Beneficios que contienen la leche y sus derivados. Recuperado el 21 de 08 de 2017, de https://www.lechepuleva.es/la-leche/beneficios-lechederivados.

[5] Ruta competitiva de los derivados lacteos . (s.f.). Opciones de mercado de lácteo . Recuperado el 21 de 08 de 2017, de http://www.camaramedellin.com.co/site/cluster-ycompetitividad/gestion-proyectos-regionales/cluster-delacteo.aspx

[6] Personales.upv.es. (s.f.). Defínción del comercio eléctronico . Recuperado el 21 de 08 de 2017, de http://personales.upv.es/igil/trans_isc/comercio_e.pdf

[7] DANE. (17 de Abril de 2017). BOLETÍN Bogotá D.C. Recuperado el 21 de 08 de 2017, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/b ol_tic_hogares_2016.pdf

[7] Aral, R. (17 de Marzo de 2017). La leche es el alimento más comprado por internet. Obtenido de http://www.revistaaral.com/es/notices/2017/03/la-leche-esel-alimento-mas-comprado-por-internet78219.php#.WWDgjoQ1_IU

[8] Consideraciones sobre la distribución física de las compras electrónicas de comestibles. (s.f.). Scopus, http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/096000301 10411419.

[9] Estadística, C. d. (12 de Agosto de 2016). MODA, VIAJES Y ELECTRÓNICA, LAS CATEGORÍAS MÁS COMPRADAS POR CANAL ONLINE EN COLOMBIA. Recuperado el 13 de Julio de 2017, de https://www.ccce.org.co/noticias/moda-viajes-y-electronicalas-categorias-mas-compradas-por-canal-online-en-colombia

[10] DLH (02 de Marzo de 2017). (V. pro, Productor). Virtual pro. Obtenido de https://www.revistavirtualpro.com/noticias/el-comercioelectronico-internacional-oportunidad-para-el-comerciominoristar

[11] Cámara de Comercio electrónico (2015). 3 Estudio de transacciones no presenciales de e-commerce. Obtenido de https://www.ccce.org.co/sites/default/files/biblioteca/Infograf%C3%ADa%20Tercer%20estudio%20de%20transacciones %20no%20presenciales-eCommerce%202015_0.pdf

[12] Dinero. (03 de Marzo de 2016). El comercio electrónico atraviesa su mejor momento en Colombia. Recuperado el 21 de 08 de 2017, de http://www.dinero.com/economia/articulo/mercado-delcomercio-electronico-en-colombia-y-el-mundo-2016/220987

[13] Cámara de comercio electrónico. (12 de Agosto de 2016). MODA, VIAJES Y ELECTRÓNICA, LAS CATEGORÍAS MÁS COMPRADAS POR CANAL ONLINE EN COLOMBIA. Recuperado el 21 de 08 de 2017, de https://www.ccce.org.co/noticias/moda-viajes-yelectronica-las-categorias-mas-compradas-por-canal-onlineen-colombia.

[14] Red Autónomos. (s.f.).Venta de productos frescos en Internet. Mercados online. Obtenido de http://redautonomos.es/sectorprimario/venta-onlinemercados

[15] Osterwalder, (A). (2010) Modelo CANVAS. Obtenido de: http://www.emprenderesposible.org/modelo-canvas

[16] Cámara de -comercio electrónico (2016) Obtenido de https://www.ccce.org.co/sites/default/files/biblioteca/Infograf %C3%ADa%20.pdf

[17] Dane (2017) INDICADORES BÁSICOS DE TENENCIA Y USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN – TIC EN HOGARES Y PERSONAS DE 5 Y MÁS AÑOS DE EDAD 2016 Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/b ol_tic_hogares_2016.pdf

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

EVALUACION Y OPTIMIZACIÓN DE CÓDIGO STENCIL 3D EN XEON PHI KNIGHTS LANDING

MARIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
Universidad Autónoma de Guerrero
mhernandezh@uagro.mx
MAYRETH SILVA MONTUFAR
Universidad Autónoma de Guerrero
mayrethmontufar@hotmail.com
JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
Universidad Autónoma de Guerrero
jlhernandez@uagro.mx
ISRAEL HERRERA MIRANDA
Centro de Investigación y Posgrado de Estudios Socioterritoriales
Universidad Autónoma de Guerrero
israel_hm@hotmail.com
SEVERINO FELICIANO MORALES
Universidad Autónoma de Guerrero
sevefelici72@gmail.com
EDGARDO SOLIS CARMONA
Universidad Autónoma de Guerrero
esoliscr@hotmail.com

5. RESUMEN

El presente trabajo evalúa el rendimiento de la arquitectura Intel Xeon Phi Knight Landing (KNL) para un kernel de cálculo *Stencil* 3D seleccionado (difusión de calor de 11 puntos) con valores de punto flotante de doble precisión. A partir de una versión paralela sencilla en C usando OpenMP para una arquitectura Intel Xeon multinucleo avanzada, hemos visto como el código se ha podido ejecutar, compilando para la arquitectura Xeon Phi KNL. Una vez comprobada la facilidad en la portabilidad de código, se destaca en este trabajo una guía que muestra paso a paso el proceso básico necesario de paralelización y vectorización para Xeon Phi KNL. La arquitectura KNL ha sido la respuesta de Intel a los problemas de eficiencia energética y la necesidad cada vez más creciente de computo de alto rendimiento. La familia de procesadores Intel Xeon Phi x200, basada en la arquitectura KNL, es el sucesor del coprocesador Intel Xeon Phi. KNL está diseñado para ser operado de forma autónoma y por lo tanto no tiene necesidad de un procesador anfitrión.

Los resultados obtenidos en nuestra evaluación experimental muestran un incremento en el rendimiento de nuestro kernel al aprovechar al máximo y de manera adecuada todos los recursos y la arquitectura KNL. Se destaca que para explotar el potencial del conjunto de núcleos, nuestro código *Stencil* 3D se diseño bajo el paradigma de computación paralela y se aplicó una metodología de programación multi-hilos, propuesta por Intel.

CONCEPTOS CCS

• **Organización de sistemas informaticos → Arquitecturas paralelas**; *Arquitecturas multinucleo*.

PALABRAS CLAVE

Xeon Phi, Knight Corner, Knight Landing, *Stencil* 3D, KNL

ACM Reference format:

Mario Hernández Hernández, Mayreth Silva Montufar, José Luis Hernández Hernández, Israel Herrera Miranda, Severino Feliciano Morales y Edgardo Solis Carmona. 2017. EVALUACION Y OPTIMIZACIÓN DE CÓDIGO STENCIL 3D EN XEON PHI KNIGHTS LANDING. In *Proceedings of Congreso Internacional de Computación, Bogotá, Colombia, Sep/2017 (Cicom 2017)*, 7 paginas.

1 INTRODUCCION

Las arquitecturas de computadoras han buscado, una mayor velocidad del procesador, más memoria caché (adjunta al procesador), más memoria principal y una mayor velocidad en la comunicación entre la memoria y el procesador, tal como lo predijo la Ley de Moore en 1965, en la cual se indica que el número de transistores en un circuito integrado se duplica aproximadamente cada dos años. Sin embargo, el incremento en el consumo de energía y el calor que es necesario disipar al incrementar la frecuencia de reloj del procesador y la densidad en los circuitos integrados han llegado a su límite físico para micro-procesadores que constan de una única unidad de procesamiento [**5**]. Los procesadores inicialmente fueron desarrollados con un solo núcleo. La empresa Rockwell International fundada en 1973 por Willard Rockwel, la cual tenía sus orígenes en automovilismo, fue la primera en fabricar procesadores de dos núcleos a mediados de la década de los 80's. La tecnología de semiconductores todavía hace honor a la Ley de Moore; este incremento se usa ahora para poner más núcleos en el mismo procesador central, en lugar de tratar de seguir incrementando la frecuencia del reloj, permitiendo que los accesos a memoria caché dentro del núcleo sean eficientes. Esta arquitectura multinúcleo presenta el reto de implementar las aplicaciones usando procesamiento paralelo, con miras de explotar al máximo posible el potencial del procesador.

Los grandes proyectos científicos de la actualidad precisan de una potencia de cálculo cada vez mayor, que ha de ser proporcionada por sistemas informáticos cada vez más rápidos y potentes.

Dos ideas fundamentales, los sistemas distribuidos y la paralelización, subyacen bajo el concepto de Computación de Alto Rendimiento (High Performance Computing - HPC). La evolución de los centros de cálculo, inicialmente basados en clusters o sistemas paralelos idénticos, ha dado paso a arquitecturas complejas en las que deben convivir dispositivos de distintos fabricantes con características muy diferentes. Estas plataformas se denominan sistemas heterogéneos. Estas nuevas plataformas han incorporado, más recientemente, dispositivos con tecnologías novedosas como GPGPU (General-Purpose Graphics Processing Units), liderada por CUDA de NVIDIA o Intel MIC (Intel Many Integrated Cores), empleada en los coprocesadores Intel Xeon Phi, lo que da lugar a las arquitecturas híbridas.

La arquitectura MIC permite que las aplicaciones que requieren tiempo elevado de cómputo puedan ejecutarse en menor tiempo, siempre y cuando se utilice la mayor cantidad de núcleos para realizar dicho procesamiento. Actualmente existen muchos y muy variados lenguajes de programación, de los cuales no todos tienen la capacidad de aprovechar al máximo los recursos de los equipos con coprocesadores MIC [**10**].

Las aplicaciones de software aún siguen un modelo de ejecución secuencial similar al de los procesadores de un solo núcleo. Por esta razón, el presente trabajo utiliza las ventajas que el hardware proporciona, para mejorar el rendimiento y la eficiencia de las aplicaciones por medio de la programación paralela.

Para el estudio del comportamiento de sistemas paralelos y la arquitectura Xeon Phi KNL, se desarrolló un algoritmo *Stencil* 3D de 11 puntos. El código del algoritmo *Stencil* se implemento en modo nativo, utilizando el lenguajes C, compilado con OpenMP (Open specifications for Multi Processing) una API para programar aplicaciones paralelas multi-hilos de manera explícita.

Para el análisis de rendimiento de nuestro código secuencial contra el codigo paralelo se empleó el paralelismo de datos bajo la metodología de programación multi-hilos; adicionalmente, al tiempo de ejecución como medida de rendimiento, también se analizaron las métricas de aceleración (speed-up) [**6**].

2 ARQUITECTURA XEON PHI Y CÓDIGO STENCIL 3D

2.1 Arquitectura Xeon Phi

En 2012, Intel lanzo al mercado un coprocesador denominado Intel Xeon Phi (basado en arquitectura Intel MIC), que en su primera generación esta compuesto de hasta 61 núcleos, alcanzando un rendimiento de hasta 1208 GFLOP/s (miles de millones de operaciones en punto flotante por segundo) sobre punto flotante con doble precisión, que es un rendimiento similar al de una GPU de NVIDIA. El coprocesador utiliza un sistema operativo Linux y soporta todas las herramientas de desarrollo más importantes de Intel, como el compilador C/C++, Fortran, MPI, OpenMP y bibliotecas de altas prestaciones como Math Kernel Library (MKL).

El procesador Intel Xeon Phi es un coprocesador que proporciona enorme paralelismo y vectorización para admitir las aplicaciones de computo de alto desempeño más exigentes. La arquitectura integrada y eficaz en el consumo de energía, proporciona significativamente, mayor cantidad de procesos por unidad de energía consumida, en comparación con plataformas semejantes, para ofrecerle un costo total de propiedad mejor.

La **Figura 1** muestra una plataforma de una arquitectura heterogénea de un procesador Xeon multinúcleo y un coprocesador de muchos núcleos Xeon Phi (arquitectura MIC). La integración de estos dos componentes es la mejor opción para ayudar a resolver los desafíos más grandes en problemas de computo de alto rendimiento [**11**].

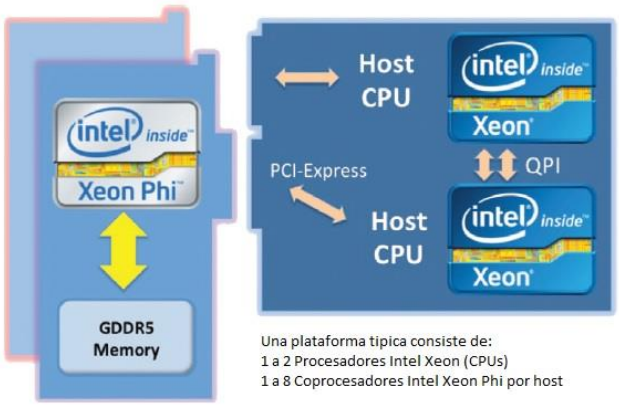


Figura 1: Procesador y coprocesador Xeon Phi.

2.2 Knights Corner

El primer modelo de coprocesador PCI Express englobado dentro de Xeon Phi se denomino Knights Corner (KNC), este es el nombre comercial de los productos relacionados con la arquitectura MIC y destinados al procesamiento paralelo de datos.

Según Intel, Knights Corner, que pertenece a la arquitectura MIC (Many Integrated Core), donde se programa en C/C++ y FORTRAN y supone siempre un apoyo a cualquier otra arquitectura (es decir, se tiene un CPU principal, por ejemplo Intel Xeon, y un KNC conectado por PCIe), siendo mucho más eficiente y potente en el cálculo paralelo, la **Figura 2** muestra la arquitectura del coprocesador Xeon Phi. La gran dificultad de esta arquitectura es conseguir algoritmos eficientes que aprovechen al máximo las capacidades del hardware existente [**3**].

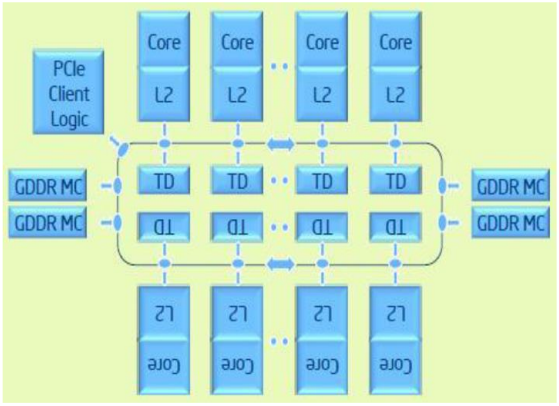


Figura 2: Micro arquitectura de Xeon Phi Knights Corner (KNC).

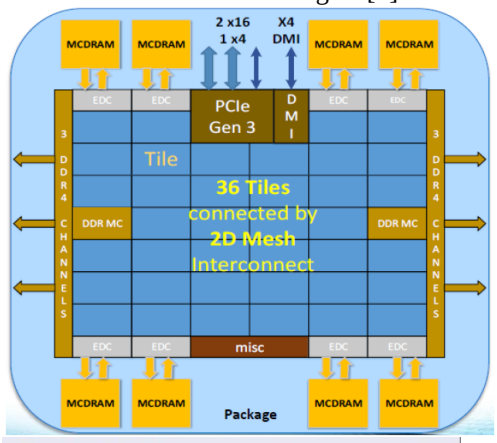
2.3 Arquitectura Knights Landing

"Knights Landing", el chip Knights Landing (KNL) está grabado en procesos de fabricación de 14 nanómetros, como los actuales procesadores Broadwell Xeon E5 y E7 utilizados en servidores, y con más de 8 mil millones de transistores, es el chip más grande que Intel ha fabricado.

Son modelos de 64 a 72 núcleos y frecuencias que van desde los 1.3 a 1.5 GHz, todos soportan hasta 384 GB de memoria DDR4 hasta 2400 MHz, una característica de estos procesadores, es que son unidades autónomas, con su propio sistema de memoria, esto quiere decir que pueden correr independientemente y no sólo como un coprocesador como fueron en su primera generación. En este contexto, con la introducción de estos nuevos Xeon Phi, es posible arrancar o iniciar desde la propia CPU como host y el sistema de memoria integrado, también es posible crear un clúster completo sólo con estos procesadores Xeon Phi, sin requerir otro procesador, como un Xeon tradicional. Esto les da mayor versatilidad, autonomía y libertad para ser integrados en los respectivos sistemas.

El rendimiento que obtienen los clientes con un procesador KNL variará dependiendo de la naturaleza de la aplicación y del conjunto de datos. Como hemos detallado anteriormente, el chip KNL tiene un rendimiento de hilo único respetable en comparación con el anterior KNC.

El procesador Xeon Phi es un motor de cálculo que se despliega para ejecutar aplicaciones tradicionales de simulación y modelado, así como análisis de datos, procesamiento de gráficos y algoritmos de aprendizaje profundo. Este estilo de motor de cálculo es más que un procesador, ya que incluye alta memoria de ancho de banda y adaptadores de interconexión de malla en un solo paquete. Y eso vale para los procesadores y coprocesadores de la familia Knights [**1**].



- **Chip: 36 Tiles** interconectadas por **una malla 2D**
- **Tiles:** 2 núcleos + 2 VPU/núcleo + 1 MB L2
- **Memoria: MCDRAM:** 16 GB en paquete
- **DDR4:** 6 canales @ 2400 a 384GB
- **IO:** 36 vias PCIe Gen3. 4 vias de DMI para chipset
- **Nodo:** 1-Socket solamente
- **Fabrica:** Omni-Path en el paquete (no se muestra)
- **Vector Pico Perf:** 3 + TF DP y 6 + TF SP Flops
- **Escalar Perf:** 3x sobre Knights Corner
- **Streams Tríada (GB/s):** MCDRAM: 400+; DDR: 90+

Figura 3: Micro arquitectura Xeon Phi Knigth Landing (KNL).

La familia de procesadores Intel Xeon Phi x200, basada en la arquitectura KNL, tal como se muestra en la **Figura 3**, es totalmente binario compatible con los últimos procesadores Intel Xeon con el nombre de código Haswell and Broadwell, por ejemplo Xeon E5v3 y E5v4, y es el primer chip que soporta las AVX512F, AVX512CD, AVX512PF y las extensiones de conjunto de instrucciones AVX512ERI, que duplican el ancho de las capacidades de computación vectorial de la Arquitectura Intel (AI). AVX512F y AVX512CD están también disponibles en los procesadores Intel Xeon y aumentaron el número de registros vectoriales ampliados de 512 bits a 32. En contraste con el coprocesador Xeon Phi de primera generación, KNL está diseñado para ser operado de forma autónoma y por lo tanto no tiene necesidad de un procesador anfitrión.

2.3 *Stencil* 3D

Diferentes problemas en el campo de la ciencia e ingeniería pueden ser implementados eficientemente de forma paralela introduciendo ciertos cambios en la versión secuencial del algoritmo. La operación *Stencil* es uno de ellos. En primer lugar, conviene aclarar que es una operación *Stencil* (o un *Stencil* para abreviar) y que utilidad tiene para ser objeto de interés en el campo de la computación paralela.

Diferentes aplicaciones en una amplia variedad de campos de la ciencia e ingeniería requieren para su funcionamiento la resolución de ecuaciones en derivadas parciales (abreviado como EDP o PDE). Este tipo de problemas pueden ser resueltos mediante el método de diferencias finitas, que calculan una solución de forma aproximada. Frecuentemente, este tipo de operaciones implican el acceso a grandes volúmenes de datos siguiendo patrones regulares. Estos patrones son los que se conocen como operaciones *Stencil*, y se llevan a cabo accediendo a la matriz donde se guardan los datos y actualizando cada uno de los elementos con valores correctamente ponderados de los elementos vecinos. Los coeficientes usados para ponderar los valores de los diferentes elementos vecinos son diferentes según el problema. Esta operación sobre la matriz se aplica durante un número finito de veces o unidades de tiempo, ya sea buscando la convergencia de los datos o con la intención de analizar el estado de la matriz tras un cierto número de iteraciones [**9**].

Los métodos multigrid son ampliamente utilizados en aplicaciones científicas, especialmente en simulaciones de física o química [**4, 7, 8, 12**]. Gran parte del tiempo consumido por un algoritmo multigrid se debe a la suavidad utilizada por ella. En este articulo, estudiamos el *Stencil* 3D de 1er grado de 11 puntos estilo Jacobi [**2**]. Ver **Figura 4.**

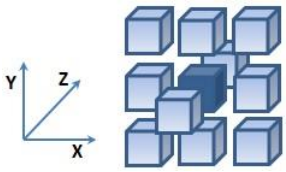


Figura 4: Stencil 3D de 11 puntos.

A modo de ejemplo, consideramos la siguiente ecuación de calor 3D:

$$\left(\frac{\partial u_t\,(x,y,z)}{\partial t}\right) = \alpha\left(\frac{\partial^2 u_t(x,y,z)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_t(x,y,z)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_t(x,y,z)}{\partial z^2}\right) \quad (1)$$

En una matriz 3D (XxYxZ), donde $u_t(x,y,z)$ es el calor de un punto (x, y, z) en el tiempo t y ∂ es la difusividad termica. Esta ecuación diferencial parcial podría ser resuelta por aproximación usando un cálculo de *Stencil* y discretizando el espacio y tiempo, usando la siguiente ecuación de actualización:

$$u_t + 1(x,y,z) = u_t(x,y,z) + \frac{\alpha\Delta t}{\Delta x^2}\left(u_t(x\ -\ 1,y,z) + u_t(x+\ 1,y,z) - 2u_t(x,y,z)\right) + \frac{\alpha\Delta t}{\Delta y^2}(u_t(x,y-1,z) + u_t(x,y+1,z) - 2u_t(x,y,z)) + \frac{\alpha\Delta t}{\Delta z^2}(u_t(x,y,z-1) + u_t(x,y,z+1) - 2u_t(x,y,z))$$

El **Algoritmo 1** muestra el código fuente del *kernel* del *Stencil* 3D de 11-puntos para los bucles espaciales. Se implementa como un tripe ciclo anidado que atraviesa completamente el dominio computacional del problema mediante la actualización de cada punto de la *matriz*. La actualización de un solo elemento requiere

el valor de entrada del valor de entrada anterior, junto con los vecinos más próximos en cada dirección, y un único punto de la segunda matriz de entrada correspondiente. El código utiliza dos copias de la malla espacial, intercambiando sus papeles en pasos de tiempo alternativos.

Algoritmo 1 Algoritmo *Stencil* 3D de la ecuación de calor de 11 puntos. *width, height, depth* son las dimensiones del conjunto de datos incluyendo puntos del borde (*halo*).

```
1:  for time = 0; time < TimeMax; time + + do
2:    for z = 1; z < depth − BorderSize; z + + do
3:      for y = 1; y < height − BorderSize; y + + do
4:        for x = 1; x < width − BorderSize; x + + do
5:          out[x][y][z] = a ∗ in[x][y][z] +b ∗ (in[x][y][z − 1]) +
            c∗(in[x][y][z+1])+d∗(in[x][y−1][z]) +e∗(in[x][y+
            1][z]) + f ∗ (in[x − 1][y][z]) + g ∗ (in[x + 1][y][z]);
6:        end for
7:      end for
8:    end for
9:    tmp = in; in = out; out = tmp;
10: end for
```

3 ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN

Las dos principales estrategias de optimización para nuestro código *Stencil* 3D utilizadas en este trabajo consistieron en:

- Paralelizar adecuadamente el código (para usar todos los núcleos) escrito en C/C++ con unas directivas OpenMP (paralelismo TLP).
- Vectorizar adecuadamente el código para utilizar todos los elementos de las unidades vectoriales (paralelismo SIMD).

Además, para explotar adecuadamente cualquier arquitectura paralela (en nuestro caso Xeon Phi KNL), hay que manejar adecuadamente la localidad de los datos, para que facilite una adecuada vectorización y paralelización.

La **Figura 5** muestra los diferentes modelos de paralelización y vectorización soportados por los compiladores compatibles con la arquitectura Xeon Phi. En este trabajo se opto por paralelizar el código utilizando directivas de OpenMP, al igual que para la vectorización.

La programación para Xeon Phi se basa, fundamentalmente, en una extensión del lenguaje C/C++ o Fortran al que se agregan una serie de directivas del compilador(pragmas) parecidos a OpenMP que sirven para marcar regiones de código que se deben ejecutar en Xeon Phi.

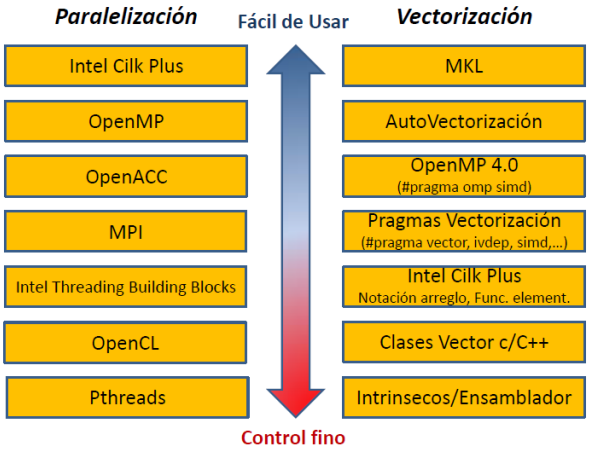


Figura 5: Modos de paralelización y vectorización en arquitecturas MIC.

3.1 Vectorización

La vectorización es un proceso de explotación de paralelismo de datos, consistente en convertir un algoritmo de implementación escalar a vectorial. La implementación escalar es aquella en la que se realiza una única operación simultánea sobre un par de operandos que contienen un único dato cada uno. La implementación vectorial realizara la misma operación, pero el par de operandos pasan de contener un único dato a contener una serie de valores. En la **Figura 6** se muestra una operación de suma de vectores tanto en modo escalar como vectorial.

Literalmente, las operaciones escalares operan sobre un escalar y las operaciones vectoriales sobre un vector.

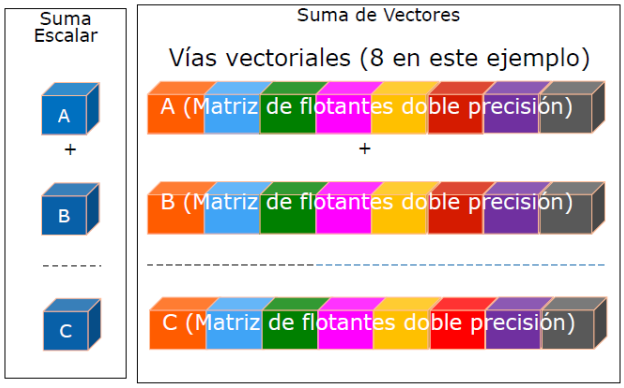


Figura 6: Modo escalar y programación paralela tipo SIMD.

Los procesadores vectoriales y por extensión el uso de la vectorización, proporcionan las siguientes ventajas:

1) Los programas son de menor tamaño al reducir el número de instrucciones que pudiera requerir un bucle. Ademas el número de instrucciones ejecutadas también se ve reducido al poder concentrar un bucle en una única instrucción.

2) El rendimiento de la aplicación mejora. Se tienen *N* operaciones independientes que utilizan la misma unidad funcional, explotando al máximo la localidad espacial de la memoria cache.
3) Las arquitecturas son escalables. Se obtiene un rendimiento mayor cuanto más recursos hardware haya disponibles.
4) El consumo de energía se reduce. Mientras la instrucción vectorial se está ejecutando, no es necesario alimentar otras unidades tales como el ROB o el decodificador de instrucciones.

Para la optimización en Xeon Phi, la vectorización es uno de los aspectos fundamentales, mismos que se hace necesario analizar para su implementación.

3.2 Paralelismo

El paralelismo es una forma de computación en la cual varios cálculos pueden realizarse simultáneamente, basado en el principio de dividir los problemas grandes para obtener varios problemas pequeños, que son posteriormente solucionados en paralelo.

Dado que utilizaremos el CPU estándar como punto de comparación para las demás arquitecturas, y que éstas están basadas en parte en su diseño, daremos una breve reseña de los aspectos más importantes y desarrollos modernos con respecto al rendimiento dentro de los procesadores actuales. Nos enfocaremos en el concepto de paralelismo en las arquitecturas: la posibilidad de ejecutar simultáneamente flujos de instrucciones independiente entre sí.

3.2.1 Tipos de Paralelismo. Existen tres categorías de paralelismo que, hoy en día, una arquitectura puede aprovechar para mejorar el rendimiento de una aplicación:

1) Paralelismo de Nivel de Instrucción (Instruction Level Parallelism ILP): Este tipo de optimizaciones buscan ejecutar la mayor cantidad de instrucciones en un mismo hilo de ejecución simultáneamente.
2) Paralelismo de nivel de datos (Data Level Parallelism - DLP): Consideran las optimizaciones cuyo propósito es lograr aplicar una misma operación a cada elemento de un conjunto datos simultáneamente en un mismo hilo de ejecución. Esta técnica se denomina SIMD (Single Instruction, Multiple Data).
3) Paralelismo de nivel de hilos (Thread Level Parallelism - TLP): Concierne al uso de múltiples hilos de ejecución simultáneos, lo cual requiere el uso de procesadores que usualmente comparten la memoria principal (arquitectura SMP, Symmetric Multiprocessing, Multiprocesamiento Simétrico). Esto normalmente requiere esfuerzo adicional por parte del programador para mantener consistencia y coherencia.

4 DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1 Plataforma experimental

Los experimentos se llevaron a cabo en una Plataforma con dos Ivy Bridge-EP Intel Xeon E5-2650 CPUs (2x8 núcleos en total) y un coprocesador Intel Xeon Phi 7120P (61 cores en cada coprocesador) y con Sistema operativo Linux CentOS 6.5, compilador Intel icc (versión 14.0.2), e Intel MPSS. Ver **Tabla 1**.

Tabla 1: Especificaciones del Coprocesador Intel Xeon Phi 7120P

Especificaciones	Modelo	7120P(KNC)
Coprocesador	Numero de núcleos	61
	Frecuencia de reloj	1.238 GHz.
	Tamaño de la caché L1D	32 KB/núcleo
	Tamaño de la caché L2	512 KB/núcleo

Memoria	Tecnología/Tamaño	GDDR5/16GB
	Velocidades de transferencia	5.5 GT/s
	Ancho de banda teórico	352 GB/s

Se utilizo principalmente el procesador Intel Xeon Phi (KNL) de autoarranque (Bootable) que tiene las siguientes características:

- Procesador anfitrión de arranque
- RHEL/CentOS/SUSE/Win
- 64 núcleos x 4 HT, a 1.3 GHz
- > 384 GiB DDR4, > 90 GB/s
- 16 GiB HB, > 400 GB/s
- Bus PCIe para redes

Nuestro Código *Stencil* 3D de difusión de calor (11 puntos) considera los siguientes aspectos:

- Utiliza dos matrices para los cálculos.
- Utilizamos 60 núcleos (240 hilos) en KNC y 64 núcleos en KNL.
- Matriz de 800x400x600 elementos de doble-precisión.
- 4 hilos por núcleo y afinidad balanced.
- Tamaño de bloque eje X de 400, 4 en el eje Y y Z.

Para la simulación del *Stencil* 3D establecimos 1000 iteraciones, garantizando con esto la convergencia del problema.

4.2 Discusión

Para el desarrollo de este trabajo, nuestro código base fue el código secuencial desarrollado usando el lenguaje C/C++ sencillamente paralelizado con extensiones OpenMP.

Consideramos importante destacar que llevamos a cabo Optimizaciones escalares en nuestro código como:

- Optimización de expresiones aritméticas (Reorganización operaciones y orden de acceso a datos).
- Uso del calificador *const* (variables locales que no cambian de valor).
- Uso de registros (para variables que se usan con mucha frecuencia).
- Uso de las matrices de datos (declaradas como matriz lineal utilizando un único puntero. Tamaño: *ancho*alto*profundidad*).

Nos planteamos como objetivo de esta evaluación experimental, aprovechar en su totalidad las características de la arquitectura Intel Xeon Phi KNC y KNL. Para obtener el máximo rendimiento, fue necesario programar en paralelo, explotando el paralelismo de instrucciones, de tareas (hilos) y de datos vectoriales (ILP, TLP y SIMD). Evaluamos el rendimiento de Xeon Phi KNC y Xeon Phi KNL utilizando un *kernels Stencil* de 11 puntos (difusión de calor). Para ejecutar estos códigos en Intel Xeon Phi KNL, tan sólo fue necesario compilar agregando la directiva *-xmic*.

Mejoramos el rendimiento de nuestro código, con un mejor manejo de los hilos en Intel Xeon Phi KNC y KNL:

- Paralelizamos los códigos base añadiendo un *pragma (#pragma omp parallel for*) en el código, antes del triple bucle anidado que realiza el calculo.
- Mejoramos la paralelización añadiendo el modificador *collapse(2)* al *pragma #pragma omp parallel for*.
- El modificador *collapse(2)* combina los dos bucles más externos del *kernel* en un mismo bucle y se paraleliza. Aumenta el número de unidades de trabajo logrando un mejor balanceo de la carga entre los hilos.
- En nuestra evaluación consideramos 4 hilos por núcleo (poca escalabilidad).

La planificación de los hilos y las políticas de afinidad de los hilos, son dos parámetros que hemos analizado. La planificación de los hilos nos permitió tener una carga equilibrada (Que todos los hilos estén trabajando), para esto, modificamos el *pragma* OpenMP *(#pragma omp parallel for schedule(dynamic,4*).

En cuanto a las políticas de afinidad, establecimos la variable de ambiente *KMP_AFFINITY* de tipo *balanced*. Con este tipo de afinidad logramos que en tiempo de ejecución OpenMP asigne los hilos a diferente núcleos, logrando que todos tengan al menos un hilo.

4.3 Análisis y resultados

El desarrollo de este proyecto consta en la nueva plataforma Intel y su codificación para optimizar código por lo que el proyecto se centra en el diseño, análisis y evaluación de aplicaciones científicas sobre plataformas de computación de altas prestaciones basadas en arquitecturas Intel Xeon Phi KNL, donde abordamos el desarrollo de códigos científicos basados en patrones *Stencil* 3D, donde trabajan procesadores Intel Xeon multinúcleo con tarjetas procesadores Intel Xeon Phi.

Hemos evaluado uno de los dos modos de trabajo más importantes que tiene Xeon Phi KNC, el modo nativo. Para el modo nativo ofrecemos una guías que permiten optimizar el rendimiento y la eficiencia energética de códigos basados en patrones Stencil a través de un kernel de ejemplo (difusión de calor), mostrando cómo vectorizar y paralelizar el código, además de otras técnicas sencillas que aumenten el rendimiento.

La **Tabla 2** muestra los resultados de rendimiento (GFlops) obtenidos en las diferentes plataformas (Xeon, KNC y KNL). Se muestran tres versiones de nuestro código: i) Código base; ii) Código con optimizaciones escalares y; iii) Código Vectorizado.

Tabla 2: Rendimiento (GFlops) del código *Stencil* 3D

Versión	Xeon	KNC	KNL
Base	11.3	21.0	-
Escalar	11.0	21.0	137.5
Vectorizado	11.0	78.0	200.1

En la **Figura 7** se puede apreciar el rendimiento en GFlops en las tres plataformas (Xeon, KNC y KNL), así como la aceleración (speed-up). Se destaca el rendimiento alcanzado en la versión vectorizada de nuestro código Stencil.

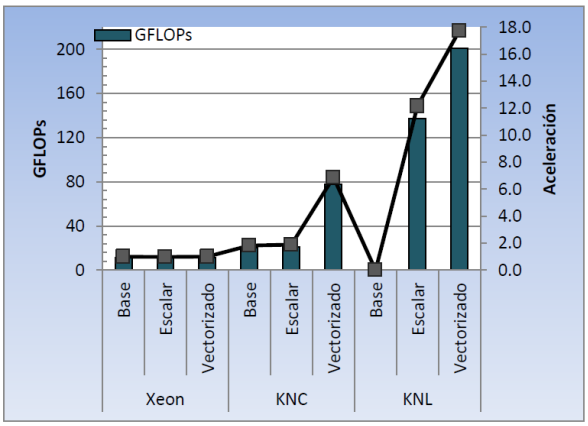


Figura 7: Evaluación del rendimiento y aceleración de Xeon, KNC y KNL.

La **Figura 8** muestra el rendimiento alcanzado en Xeon Phi KNL una vez que ejecutamos nuestro código con la política de planificación de hilos mediante el pragma OpenMP *(#pragma omp parallel for schedule(dynamic,4)*), así como también estableciendo las políticas de afinidad mediante la variable de ambiente *KMP_AFFINITY* de tipo *balanced*.

Destacamos que el rendimiento en nuestro código base fue de 11.3 Gflops en la plataforma Xeon multi-núcleo y que una vez optimizado, principalmente vectorizado y paralelizado para Xeon Phi KNL alcanzamos un rendimiento de 207.0 GFlops.

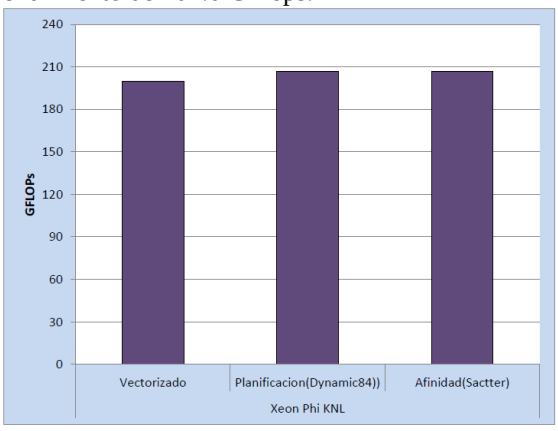


Figura 8: Rendimiento en Xeon Phi KNL con políticas de planificación y afinidad de hilos.

5 CONCLUSIONES

Se comprobó que la portabilidad de los códigos *Stencil* 3D para su ejecución en una arquitectura Xeon Phi Knights Landing es inmediata. Para mejorar el rendimiento de nuestros códigos, hemos tenido que mejorar la paralelización y la vectorización del código. Comparamos Xeon Phi KNL contra KNC y contra Xeon multinúcleo para nuestro código en

términos de potencia de cálculo. También, hemos comprobado que la planificación dinámica de los hilos, mejora el tiempo de ejecución de todos nuestros códigos.

Como un acercamiento inicial a la evaluación de Intel Xeon Phi KNL, nuestros resultados han sido satisfactorios, pero estamos conscientes que esta evaluación debe ser más extensa, por lo que nos proponemos en experimentaciones futuras utilizar al menos tres códigos *Stencil* diferentes y estudiar con más profundidad las características de KNL y realizar evaluaciones experimentales comparativas con GPUs de NVIDIA.

REFERENCIAS

[1] Paul Alcorn. 2016. Intel Xeon Phi Knights Landing Now Shipping; Omni Path Update, Too. http://www.tomshardware.com/news/intel-xeon-phi-knights-landing,32121.html (2016). [En linea; ultimo acceso el 05-marzo-2017].

[2] Cédric Andreolli, Philippe Thierry, Leonardo Borges, Gregg Skinner, and Chuck Yount. 2015. Chapter 23 - Characterization and Optimization Methodology Applied to Stencil Computations. In *High Performance Parallelism Pearls: Multicore and Many-core Programming Approaches*, James Reinders and Jim Jeffers (Eds.). Vol. 1. Morgan Kaufmann, Boston, MA, USA, 377 – 396. https://doi.org/10.1016/ B978-0-12-802118-7.00023-6

[3] Michaela Barth, KTH Sweden, Mikko Byckling, CSC Finland, Nevena Ilieva, NCSA Bulgaria, Sami Saarinen, Michael Schliephake, Volker Weinberg, and LRZ Germany. 2013. Best Practice Guide Intel Xeon Phi v1. (2013).

[4] Matthias Christen, Olaf Schenk, and Helmar Burkhart. 2011. Patus: A code generation and autotuning framework for parallel iterative stencil computations on modern microarchitectures. In *Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS)*. IEEE, 676–687.

[5] K. Datta, S. Kamil, S. Williams, L. Oliker, J. Shalf, and K. Yelick. 2009. Optimization and Performance Modeling of Stencil Computations on Modern Microprocessors. SIAM Rev. 51, 1 (2009), 129–159. https://doi.org/10.1137/070693199 arXiv:http://epubs.siam.org/doi/pdf/10.1137/070693199.

[6] Jim Jeffers and James Reinders. 2013. *Intel Xeon Phi Coprocessor High Performance Programming*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., Boston, MA, USA.

[7] Shoaib Kamil, Cy Chan, Leonid Oliker, John Shalf, and Samuel Williams. 2010. An auto-tuning framework for parallel multicore stencil computations. In *Proc. of the Int. Symp. on Parallel & Distributed Processing (IPDPS)*. IEEE, 1–12.

[8] Stefan Kronawitter and Christian Lengauer. 2014. Optimization of two Jacobi Smoother Kernels by Domain-Specific Program Transformation, In Proceedings of the 1st International Workshop on High-Performance Stencil Computations. HiStencils 2014, 75–80.

[9] Hernández Hernández Mario, Cebrián González Juan Manuel, Cecilia Canales José María, and Carrasco García José Manuel. 2016. Programación eficiente deIntel Xeon Phi: Caso de 561tudio con patrones stencil. (2016).

[10] Rezaur Rahman. 2013. *Intel Xeon Phi Coprocessor Architecture and Tools: The Guide for Application Developers* (1st ed.). Apress, Berkely, CA, USA

[11] James Reinders and Jim Jeffers (Eds.). 2015. *High Performance Parallelism Pearls: Multicore and Many-core Programming Approaches* (1st ed.). Vol. 1. Morgan Kaufmann Publishers Inc., Boston, MA, USA. 600 pages.

[12] Lukasz Szustak, Krzysztof Rojek, Roman Wyrzykowski, and Pawel Gepner. 2014. Toward efficient distribution of MPDATA stencil computation on Intel MIC architecture. Proce. HiStencils 14 (2014), 51–

56.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE CONTROL IMPLEMENTADOS EN LAS ORGANIZACIONES EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

LEIDY YOLANDA LÓPEZ OSORIO
Ingeniera en control Universidad Distrital Francisco José De Caldas
lylopezo@gmail.com

RESUMEN

En el siguiente artículo se presenta una revisión de los tipos de control implementados en las organizaciones entre el 2006 y el 2014, para posteriormente hacer una clasificación de dichos controles desde el punto de vista de la ingeniería. Se trabaja con sistemas en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado, a fin de observar la realimentación y el seguimiento que se hace a las estrategias aplicadas dentro de las organizaciones. Finalmente se presenta un análisis sobre la aplicación de los dos tipos de control.

PALABRAS CLAVE

Gestión, Control en lazo abierto, Control en lazo cerrado.

1. INTRODUCCIÓN

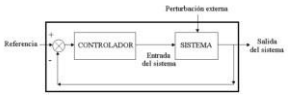
La teoría de control, comprende el análisis y diseño de sistemas para conseguir un objetivo, lo que conlleva a la realización de planes y acciones orientados a la obtención de respuestas deseables. El control visto desde el contexto organizacional está estrechamente relacionado y tiene su fundamento en planteamientos definidos desde la ingeniería, y orientado a la aplicación de estrategias que permitan alcanzar las metas propuestas por la misma, a fin de incrementar la rentabilidad. (Jiménez, 2013) El propósito de este artículo es realizar una revisión bibliográfica entre el 2006 y el 2014, acerca del control aplicado en las organizaciones, con el objetivo clasificarlas dentro de dos tipos de control vistos desde la ingeniería; sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. Los primeros consisten en la aplicación de acciones y la observación de resultados, en busca de una meta determinada. Mientras que en los sistemas de lazo cerrado, se aplican acciones, que se modifican de acuerdo con los resultados obtenidos, lo que se conoce como realimentación. En la primera parte se presentan los conceptos de control en lazo abierto y el control en lazo cerrado, visto desde la perspectiva de la ingeniería. En la segunda parte se clasifican los artículos revisados de acuerdo con el tipo de control implementado, ya sea en lazo cerrado o en lazo abierto. Por último se hace un análisis de los beneficios y las limitaciones que resultan de la aplicación del control en lazo abierto y el control en lazo cerrado en las organizaciones. Y se presentan recomendaciones hechas por los algunos autores de acuerdo con las metas alcanzadas con la implementación de alguno de los tipos de control. Es importante tener en cuenta

que este artículo es una revisión, en el cual presenta el resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas en bases de datos, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollos. (Servier, n.d) Con base a lo anteriormente mencionado se realiza una revisión bibliográfica implementado el criterio de búsqueda de la mejor evidencia, aplicado al tema de control en la gestión de las organizaciones, realizando una revisión bibliográfica en bases de datos como scopus, IEEE, ScienceDirect e Icontec; utilizando palabras claves como control en lazo abierto, control en lazo cerrado y control en gestión.

2. CONTROL ABIERTO Y CERRADO

Con el objetivo de presentar los conceptos básicos sobre el control en lazo abierto y el control en lazo cerrado, vistos desde la ingeniería; se presenta la tabla 1, en donde se muestran las características principales de cada control. De aquí se deriva el análisis y la clasificación de los artículos de la revisión

Tabla 1: Control en lazo abierto vs control en lazo cerrado. (Acebes, 2005)

CONTROL EN LAZO ABIERTO	CONTROL EN LAZO CERRADO
	
La salida no tiene efecto sobre las acciones de control.	La salida es realimentada para cambiar las acciones de control.
No se compara la salida del sistema con el valor deseado de la salida del sistema.	La salida del sistema se compara continuamente con el valor deseado, o referencia.
Para cada entrada meta del sistema hay una condición de operación fijada.	Las condiciones del sistema se ajustan con cada ciclo del sistema.
La exactitud de la salida del sistema depende de la calibración del controlador	El controlador no se debe calibrar, ya que se ajusta de acuerdo con un valor de error entre la salida esperada y la real.
En presencia de perturbaciones no cumple con su función adecuadamente.	Es robusto ante la presencia de perturbaciones.

De la comparación mostrada en la tabla 1, se asume el control en lazo abierto como la aplicación de acciones sin realimentación y el control en lazo cerrado, como la aplicación de acciones que dependen de la salida, de acuerdo con la comparación entre el resultado obtenido y el deseado.

3. CLASIFICACIÓN DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Una vez realizada la revisión bibliográfica se realiza una clasificación de los artículos consultados de acuerdo con el tipo de control implementado ya sea de lazo abierto o lazo cerrado (tabla 2); para esto se han identificado las acciones que se realizan en las organizaciones para alcanzar las metas, y la forma en que se enfrentan las situaciones inesperadas; eventos de carácter externo o interno, que afectan la gestión.

Se considera un control de lazo abierto cuando se realizan estrategias y se evalúan los resultados obtenidos, sin pasar por un proceso de realimentación; en donde se toman medidas para mejorar el proceso y se aprende de los errores.

Un control en lazo cerrado, aparece cuando luego de la ejecución de planes, se lleva a cabo un proceso de reflexión y corrección de errores, basado en el seguimiento que se hizo del proceso, en busca de mejorar la gestión.

Tabla 2: Clasificación de los artículos en control de lazo abierto y control de lazo cerrado

TITULO	AÑO	TEORÍA ECONÓMICA	TIPO DE CONTROL		EXPLICACIÓN
			LAZO ABIERTO	LAZO CERRADO	
Virtual Organizations and Management Control	2006	Teoría de la contingencia		X	Se realiza retroalimentación para monitorear los resultados organizacionales y corregir las desviaciones. Esta corrección se realiza utilizando para desarrollar planes, decisiones y acciones para generar una aproximación más cercana al nivel deseado de salida.
Coherence and control: understanding the strategic management of organisations through modelling strategy.	2010	Teoría de los recursos	X		No realizan retroalimentación para monitorear los resultados organizacionales y corregir las desviaciones.

Analysis and systems of dinamic performance of industrial organization - the aplication of feedback control tecniques to organizational systems		Escuela de capacidades dinámicas		X	En este trabajo se describe un método para evaluar el comportamiento dinámico de la operación de una organización y muestra que la organización puede ser tratada como un sistema de control de retroalimentación con técnicas de análisis de control.

3

Management control systems as a package—Opportunities, challenges and research directions	2008	Corriente institucionalista y neo	X		No realizan retroalimentación para monitorear los resultados, la toma de decisiones y control lo abordan los gerentes para dirigir el comportamiento de los empleados.
Configuring management control systems: Theorizing the integration of strategy and sustainability	2012	Escuelas del comportamiento organizacional	X		No realizan retroalimentación para monitorear los resultados.
The use of management control systems to manage CSR strategy: A levers of control perspective	2013	Teoría de la firma	X		No realizan retroalimentación para monitorear los resultados, el artículo habla de responsabilidad empresarial, valores, amenazas, oportunidades, renovación estratégica y sostenibilidad.

An exploratory study of the reciprocal relationship between interactive use of management control systems and perception of negative external crisis effects.	2014	Teoría de la contingencia		X	Se realiza retroalimentación para monitorear los resultados organizacionales y corregir las desviaciones.
Modelo para el diseño de un sistema de control de gestión académico – administrativa en una institución universitaria aplicado en la división de ingenierías de la universidad del norte	2006	Teoría de la firma		X	Se realizan retroalimentación para monitorear los resultado estableciendo mecanismos efectivos de control de sus actividades rutinarias y estratégicas con el fin de hacer retroalimentación y realimentación al sistema que controla y el planteamiento de objetivos concretos de la actuación futura; para ello, requiere del establecimiento de indicadores que le permitan medir los logros obtenidos en el marco de dichas actividades.
Organization and control systems for India	2008	Teoría de la firma		X	Se realiza retroalimentación para monitorear los resultados organizacionales y corregir las desviaciones. Se utiliza la herramienta balance Score Card.
El control de gestión	2011	Teoria de la contingencia	X		No realizan retroalimentación para monitorear los resultados.

4. ANÁLISIS

Con base a la bibliografía revisada (12 artículos, 7 clasificados en control de lazo cerrado y 5 en control de lazo abierto), se puede observar que el 58% de los artículos analizados utilizan el control de lazo cerrado con respecto a un 41.6% que utilizan el control de lazo abierto. Teniendo en cuenta lo anterior y los resultados obtenidos con los tipos de control usados en estos artículos se puede concluir que el porcentaje para poder lograr las metas propuestas en una organización utilizando el control de lazo cerrado es de 0.7 con respecto a un 0.3 obtenido aplicando el control de lazo abierto, de acuerdo con la comparación entre el resultado obtenido y el deseado muestra que la continua comparación del resultado obtenido con el deseado permite obtener mejores resultados.

5. CONCLUSIONES

El tipo de control implementado en una organización (control de lazo abierto o control de lazo cerrado), es independiente de la teoría económica aplicada; este depende de las estrategias, las metas propuestas y el área donde se aplique el control. Hay organizaciones en donde se aplica la misma teoría económica, pero existe un control diferente, uno realimentado y otro que no depende de la salida. Aunque el control, ya sean de lazo abierto, de lazo cerrado o de otro tipo; es el mecanismo predominante en el modelo económico capitalista actual; existen otro tipo de mecanismos pertenecientes al paradigma no lineal, que no utilizan control, ni planeación, ni seguimiento de variables. Y se centran en llevar a cabo acciones según se van presentando las situaciones en la organización; además, toman en cuenta la dinámica de las relaciones humanas existentes, ya que de estas depende el alcance de las metas.

REFERENCIAS

Alsihati, E. J., Faculty, T., Management, T., Teknikal, U., Emailsanabs, S. A., Hayati, N., Teknikal, U. (2013). International Conference on Research and Innovation in Information Systems – 2013 (ICRIIS'13), 2013, 221–226.

Andalaft Chacur, A., & Saldías Cerda, J. R. (2006). Systems of Control of Gestion, Analisis for Organizations Without End of Gain. Revista Ingeniería Industrial, (1), 61–76. Retrieved from http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3996997& info=resumen&idioma=ENG Arjaliès, D. L., & Mundy, J. (2013). The use of management control systems to manage CSR strategy: A levers of control perspective. Management Accounting Research, 24(4), 284– 300. doi:10.1016/j.mar.2013.06.003 Basabe-Aldecoa, M. (2003). Paradigmas de control en las organizaciones actuales. Bohórquez, L. E. (2011a). Gobierno corporativo y control interno : algunas limitaciones y desafíos, 39–57. Bohórquez, L. E. (2011b). Sistemas De Control Estratégico y organizacional. Criticas y desafíos, 19(26), 307–322. Bon, A. T., & Mustafa, E. M. a. (2013). Impact of total quality management on innovation in service organizations: Literature review and new conceptual framework. Procedia

Engineering, 53, 516–529. doi:10.1016/j.proeng.2013.02.067 Budhwar, P. S. (2001). Doing business in India. doi:10.1002/tie.1013 Carreto, R. R., Jaimes, F. G., Ariza Hernández, F. J., Rosas, F. S., & Torreblanca Ignacio, O. F. (2014). Un modelo empírico para explicar el desempeño académico de estudiantes de

bachillerato. Perfiles Educativos, 36(146), 45–62. doi:10.1016/S0185-2698(14)70127-8 Chenhall, R. H., & Euske, K. J. (2007). The role of management control systems in planned organizational change: An analysis of two organizations. Accounting, Organizations and Society, 32(7-8), 601–637. doi:10.1016/j.aos.2006.09.007 Ellis, M., Durand, H., & Christofides, P. D. (2014). A tutorial review of economic model predictive control methods. Journal of Process Control, 24(8), 1156–1178. doi:10.1016/j.jprocont.2014.03.010 Gond, J. P., Grubnic, S., Herzig, C., & Moon, J. (2012). Configuring management control systems: Theorizing the integration of strategy and sustainability. Management Accounting Research, 23(3), 205–223. doi:10.1016/j.mar.2012.06.003 Goold, M., & Quinn, J. J. (1990). The paradox of strategic controls. Strategic Management Journal, 11(February 1989), 43–57. doi:10.1002/smj.4250110104 Guerrero Julio, M. L., & Flórez, L. C. G. (2011). Revisión de estándares relevantes y literatura de gestión de riesgos y controles en sistemas de información. Estudios Gerenciales, 27(121), 195–215. doi:10.1016/S0123- 5923(11)70188-7 Guerrero Julio, M. L., & Gómez Flórez, L. C. (2012). Gestión de riesgos y controles en sistemas de información: del aprendizaje a la transformación organizacional. Estudios Gerenciales, 28(125), 87–95. doi:10.1016/S0123- 5923(12)70011-6 Janke, R., Mahlendorf, M. D., & Weber, J. (2014). An exploratory study of the reciprocal relationship between interactive use of management control systems and perception of negative external crisis effects. Management Accounting Research, 25(4), 251–270. doi:10.1016/j.mar.2014.01.001 JIMÉNEZ, A. F. G. (2013). ESTADO DEL ARTE DEL CONTROL EN SISTEMAS ORGANIZACIONALES Y TÉCNICOS. Julio Atencio, genarina S. (2013). Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales, 54–73. Maduñeo, M. C. (n.d.). Control de gestión en organizaciones no lucrativas: el caso de los colegios de economistas de españa. Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión, 1–18. Malmi, T., & Brown, D. a. (2008). Management control systems as a package-Opportunities, challenges and research directions. Management Accounting Research, 19(4), 287– 300. doi:10.1016/j.mar.2008.09.003 Martinez, D. C. (2014). Relación de la cultura organizacional y el control. McFarlane, D., Giannikas, V., Wong, A. C. Y., & Harrison, M. (2013). Product intelligence in industrial control: Theory and practice. Annual Reviews in Control, 37(1), 69–88. doi:10.1016/j.arcontrol.2013.03.003 Miao, C. F., & Evans, K. R. (2014). Motivating industrial salesforce with sales control systems: An interactive perspective. Journal of Business Research, 67(6), 1233– 1242. doi:10.1016/j.jbusres.2013.04.007 Palacio, K. (2008). Modelo Para El Diseño De Un Sistema De Control De Gestión Académico-Administrativa En Una Institución Universitaria Aplicado En La División De Ingeniería De La Universidad Del Norte. Vasa, 299. Retrieved from http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/94/2 2478841.pdf?sequence=1 Preble, J. F. (1992). Towards a Comprehensive System of Strategic Control. Journal of Management Studies, 29(4), 391–409. doi:10.1111/j.1467-6486.1992.tb00671.x Purdy, L., Safayeni, F., & Astad, U. (1996). Virtual organizations and management control. IEMC 96 Proceedings. International Conference on Engineering and Technology Management. Managing Virtual Enterprises: A Convergence of Communications, Computing, and Energy Technologies, (51 9), 486–490. doi:10.1109/IEMC.1996.547865 Servier. A guide for writing scholarly articles or reviews for the Educational Research Review. , Educational Research Review. Soldevila, P. (2000). El Control de gestión en organizaciones sin ánimo de lucro: el caso particular de los colegios de economistas de España. Universidad Pompeu Fabra. Sywlesis, O., Dynakic, F., & Wilcox, R. B. (2010). Analysis and synthesis of dynamic performance of industrial organizations. Tascón Fernández, M. T., & Castaño Gutiérrez, F. J. (2012). Variables y modelos para la identificación y predicción del fracaso empresarial: Revisión de la investigación empírica reciente. Revista de Contabilidad, 15(1), 7–58. doi:10.1016/S1138-4891(12)70037-7 S.K.Vashist/AnalyticaChimicaActa750(2012)16–27 5 Zapata Rotundo, G. J., & Mirabal Martínez, A. (2011). El cambio en la organización: un estudio teórico desde la perspectiva de control externo. Estudios Gerenciales, 27(119), 79 –98. doi:10.1016/S0123 -5923(11)70158 – 9

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

SOFTWARE Y PEDAGOGÍA

USO PEDAGÓGICO DE LAS TIC PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA EN UN CURSO DE INGENIERÍA

LEONARDO EMIRO CONTRERAS BRAVO
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
lecontrerasb@udistrital.edu.co

OSCAR MAYORGA TORRES
Universidad de la Salle
osmayorga@unisalle.edu.co

KAROLINA GONZÁLEZ GUERRERO
Universidad Militar Nueva Granada
Karolina.gonzalez@unimilitar.edu.co

RESUMEN

El uso de prácticas de laboratorios dentro de la formación de ingenieros es fundamental para reducir la distancia entre la teoría impartida en clase y el mundo real. La estandarización de las pruebas de laboratorio disminuye la posibilidad del uso de la parte creativa y de solución de problemas de los estudiantes. En el presente artículo se hace un análisis metodológico del aprendizaje para determinar de qué manera podría implementarse una participación con mayor participación del estudiante en su propia formación (aprendizaje activo), dentro del curso de mecánica aplicada del proyecto curricular de Ingeniería Industrial en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
En la primera parte del artículo se describe la metodología y tipos de aprendizaje según el modelo Kolb, luego se presenta la problemática actual de las prácticas de laboratorio de la universidad y finalmente se muestran algunos de los equipos (software y hardware) implementados dentro del proyecto de investigación, mostrando las ventajas y desventajas de cada uno.

ABSTRACT

The use of laboratory practice in engineering education is fundamental to reducing the distance between the theory taught in the classroom and the real world. The standardization in laboratory tests, they reduce the possibility that students use your creative thinking to solve problems. In this paper a methodological analysis of learning is done, to determine how increase the participation of students in their own learning (active learning) for the courses of: Industrial materials and

Applied mechanics, courses within the curriculum project of Industrial Engineering in "Francisco José de Caldas" University.
In the first part of the paper the methodology and types of learning according to Kolb model is described, then the current problems of the actual engineering labs is shown, and finally are described some of the equipment implemented (software and hardware) within the project research, to show the advantages and disadvantages of each one.

Palabras clave

Aprendizaje activo, Enseñanza, Mecánica aplicada, TIC

Keywords

Active Learning, Teaching, Applied Mechanics, ICT.

1. INTRODUCCION

Los docentes de ingeniería y especialmente en la asignatura resistencia de materiales notamos con mucha frecuencia que los estudiantes a ingresar a la misma poseen unos pobres conocimientos o presabres. Aun sabiendo que la base de este tipo de asignaturas son el área de física y matemáticas. En general conocen fórmulas, en mayor o menor cantidad, que procuran utilizar en función de los datos del problema, resolviéndolos de manera mecánica e irreflexiva sin pensar en lo que están haciendo y calculando. En muchos casos se confunde a un buen alumno de física con un alumno que se caracteriza por su capacidad de resolver problemas, con un dominio hecho con manipulaciones matemáticas superficiales, pero sin que aplique un análisis profundo [1].

En la actualidad, es sabido que el aprendizaje activo es una de las estrategias educativas que más resultados puede entregar en todas las disciplinas y en especial las relacionadas con la técnica y la tecnología; sin dejar de lado las estrategias tradicionales como: las clases magistrales, los ejercicios de clase y exposiciones, entre otras. Así pues, el grupo de investigación DIMSI (Diseño, modelamiento y simulación), en una de sus líneas de investigación sobre educación en ingeniería se ha centrado en evaluar y mejorar las metodologías de enseñanza apropiando técnicas y tecnologías que se reportan en la literatura internacional, en áreas del conocimiento de ingeniería básica como: diseño en ingeniería, ciencia de materiales y mecánica de materiales, que corresponden a los cursos dentro del proyecto curricular de Ingeniería Industrial de: dibujo en ingeniería, materiales industriales y mecánica aplicada respectivamente. La mecánica de materiales estudia el comportamiento de elementos estructurales sometidos a cargas externas, con lo cual es posible determinar conceptos como resistencia, deformación y diseño estructural, mientras que en materiales industriales se trata el estudio micro y macroscópico del comportamiento mecánico, eléctrico, térmico y químico de los materiales usados en ingeniería.

Por consiguiente, este trabajo se fundamenta sobre la necesidad de involucrar al estudiante enteramente en su propio proceso de aprendizaje, de manera análoga a lo que hace un piloto en un avión de entrenamiento o un médico en sus prácticas al interior de un hospital; al alumno de ingeniería no se le debe restringir a un aprendizaje pasivo, en el que es un sujeto estático que observa, escucha, toma nota, lee libros y conceptualiza aisladamente. La propuesta que sugiere el aprendizaje activo es que el estudiante estudiante participe, manipule, experimente, proponga soluciones a un problema, analice resultados, tome decisiones, reformule su procedimiento, si es necesario y finalmente genere conclusiones de profundidad sobre el problema o su solución.

En primer lugar, este hace una descripción de los procesos conceptuales y metodológicos asociados con el aprendizaje activo en ingeniería, posteriormente, se muestran algunas de las técnicas que se han implementado dentro del área de diseño y manufactura de la facultad de ingeniería de la Universidad Distrital, algunas de las cuales se pueden considerar como tradicionales y otras emergentes debido al desarrollo tecnológico.

2. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN EDUCACIÓN

La experiencia ha demostrado que la enseñanza a través de un método tradicional como se hace generalmente en diferentes asignaturas de ingeniería, es caracterizada por un trabajo en el que el docente imparte una serie de conceptos, el estudiante trata de asimilarlos y a su vez son evaluados por quices y parciales. En esta, el estudiante es un actor pasivo, que solo recurre al trabajo grupal en algunos casos al momento de estudiar para las evaluaciones escritas a partir de libros de texto, y los apuntes tomados en clases magistrales. Por supuesto, muchos líderes, académicos, y prácticos creen que los enfoques tradicionales en la enseñanza, como dependencia en los libros de texto, instrucción masiva, conferencias y pruebas de respuesta múltiple, están obsoletas en la era de la información [2].

Se hace necesario destacar las diferencias que muestra la educación basada en las TIC con respecto a la tradicional: lo concerniente a la modificación de espacios, roles y métodos característicos de la educación virtual frente al paradigma tradicional o presencial, de acuerdo a los medios y manejos que se le den por parte de la institución, y su interrelación con paradigmas contemporáneos, entre ellos la era digital y la globalización como epicentro político, social y económico [3].

Reforzando esta comparación de medios, se puede hacer un énfasis más detallado en el aspecto de divergencia en la mirada tradicional y la virtual de los roles y las interacciones que pueden coexistir con base en las dinámicas presentadas por cada tipo de formación [4], (véase figura 1).

Tradicionalmente la asignatura mecánica aplicada o resistencia de materiales como es llamada comúnmente, utiliza una metodología centrada en la labor del docente (presentaciones magistrales, solución de problemas teóricos planteados por el docente, prácticas de laboratorio completamente definidas en cuanto a sus metodologías y resultados, etc.), dejando un papel completamente pasivo a los estudiantes, enfocados a realizar tareas repetitivas e iterativas como la solución de fórmulas y sus cálculos matemáticos respectivos tal vez no potencializando o desarrollando en gran nivel competencias de pensamiento y raciocinio, de análisis de fenómenos, de predicción de comportamientos útiles en futuros desarrollos profesionales, y que se centran en las consabidas habilidades memorísticas y procedimentales que frecuentemente premian al que de mejor manera recuerde las instrucciones así no comprenda el fenómeno estudiado.

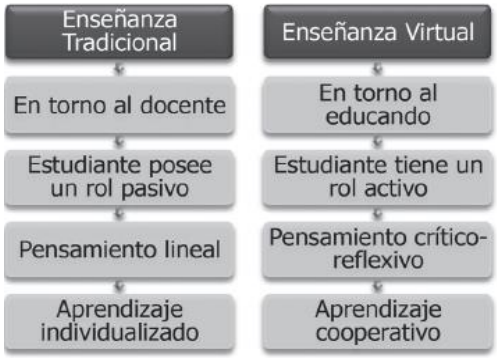


Figura 27: Roles e interacciones en la enseñanza tradicional y virtual [4].

Como podemos inferir, esta dinámica de clase premia la habilidad memorística recordando ecuaciones y la habilidad matemática en su solución, acumulando la mayor cantidad de conocimientos posible, pero en un mundo rápidamente cambiante esto no es eficiente, al no saber si lo que se está aprendiendo será relevante. De esta manera se está relegando a un segundo plano las conclusiones conceptuales sobre el fenómeno en estudio al que pudiera llegar el estudiante, es decir no relaciona la solución encontrada con un caso de la vida práctica ingenieril, en el cual puede ser necesario por ejemplo elegir un material con menor diámetro, aumentar la carga, variar la sección transversal a cuadrada, rectangular, etc.

Las herramientas tecnológicas han influido en diferentes campos del saber. En la educación se han desplazado elementos de enseñanza tradicionales como son los casos del tablero, del marcador y las carteleras que ha sido reemplazado por los proyectores de multimedia (Video Beam). Se ha integrado además canales más fluidos de comunicación entre el docente y los estudiantes, haciéndolos casi en tiempo real, como los son los espacios virtuales y comunicación mediante correos electrónicos. Estas nuevas tecnologías han influenciado la educación y así como autores como [5], afirman que: "el mercado del futuro y las demandas laborales girarán en torno a la información y al manejo de la información" y "los medios transforman al mundo y están transformando la enseñanza".

Los sistemas informáticos CAD (Diseño Asistido por Computador, por sus siglas en inglés) que han incursionado fuertemente desde mediados de la década de 1980 en el ámbito industrial y desde inicios de los 1990 en la educación, permitieron que fueran usados como herramientas de dibujo, donde se pueden generar espacios virtuales 3D, para que el estudiante mediante el uso de un dispositivo apuntador (mouse, tablero digitalizador, pantalla táctil) pueda manipular la visualización de objetos. Pese a que este tipo de herramientas es muy útil en las etapas avanzadas de desarrollo de habilidades espaciales, pueden ser no adecuadas en las etapas iniciales [7], pues necesitan un nivel mínimo de capacitación para su uso, además que, sin el adecuado desarrollo conceptual, puede llegar al abuso de la misma limitando el desarrollo real de las habilidades.

3. APRENDIZAJE ACTIVO EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

La función de un profesional en ingeniería siempre está ligada a la manipulación de materiales, energía e información. Por ende, la formación de ingenieros en la universidad debe ser dinámica siguiendo los cambios tecnológicos, las necesidades sociales e industriales. De hecho, varios autores han tratado de establecer cuál

es el perfil, en cuanto a sus habilidades, que un ingeniero debe tener al momento de terminar su formación universitaria de pregrado. Por ejemplo, la organización ABET (Accreditation Boardfor Engineering and Technology) define las habilidades que un ingeniero debe tener al momento de terminar su formación (véase tabla 1).

Tabla 1. Habilidades esperadas de formación para un ingeniero Adaptado de [7]

HABILIDADES COGNITIVAS	HABILIDADES PROFESIONALES
Aplicar los conocimientos	Funcionar en equipos multidisciplinarios
Diseñar y realizar experimentos, analizar e interpretar datos	Responsabilidad ética y profesional
Diseñar un sistema, componente, o proceso para satisfacer necesidades teniendo en cuenta sus impactos	Comunicarse efectivamente
Identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería	Comprender los posibles impactos de las soluciones de ingeniería
Usar las técnicas, habilidades, e instrumentos modernos de ingeniería	Compromiso con el aprendizaje durante toda la vida
	Conocimiento de temas contemporáneos

Al analizar las habilidades necesarias por un ingeniero recién graduado según lo muestra la Tabla 1, se puede ver que las técnicas tradicionales de enseñanza no pueden llegar a fomentar muchas de las experiencias necesarias en su desarrollo. Las técnicas tradicionales están centradas en la labor del docente (presentaciones magistrales, solución de problemas teóricos planteados por el docente, prácticas de laboratorio completamente definidas en cuanto a sus metodologías y resultados, etc.), dejando un papel completamente pasivo a los estudiantes.

En la Figura 2 se muestra el nivel de apropiación del conocimiento que los estudiantes pueden llegar a tener de acuerdo a la metodología usada, según lo plantea [8], el cual divide claramente en dos tipos fundamentales la educación: La enseñanza pasiva y la activa, refiriéndose al rol que el estudiante cumple durante su propia formación. La primera logra tener niveles de retención inferiores al 50%, mientras que la segunda obtiene niveles superiores al 70%. Estos tipos de resultados han sido demostrados por varios autores como [9], [10] y [11].

Figura 2. Metodología de enseñanza y nivel de retención [12]

En la Figura 2, se ilustran los resultados basados en el modelo de estilo de aprendizaje de Kolb [13], Este propone que para aprender algún fenómeno se debe trabajar o procesar la información recibida, partiendo de: una experiencia directa y concreta o bien de una experiencia abstracta (por ejemplo, de una lectura). Estas experiencias se convierten en conocimiento cuando se elaboran de manera reflexiva o experimentando de forma activa. El aprendizaje óptimo ocurre cuando se trabajan de manera consecutiva cada una de las fases descritas anteriormente (véase figura 3)

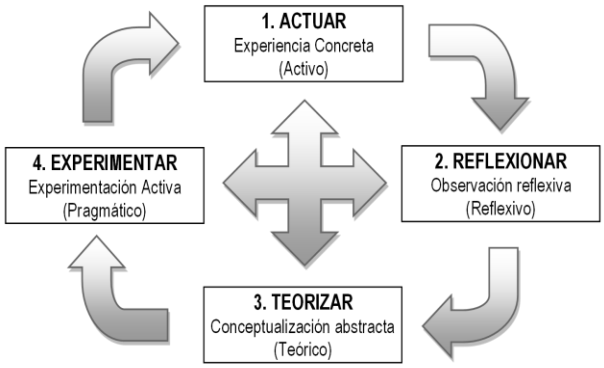


Figura 3. Modelo de aprendizaje de Kolb [12]

En la práctica la mayoría de las personas se especializan en una de las fases o máximo en dos. Por lo tanto, se pueden clasificar a los estudiantes en cuatro tipos, claramente diferenciados: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático. Esto conlleva que se debe tener un método de aprendizaje que trate de cubrir las cuatro fases descritas por Kolb, para garantizar que los estudiantes logren apropiarse el conocimiento de manera adecuada.

En efecto, el objetivo de la educación en ingeniería se podría resumir en preparar a los estudiantes para el uso de los tres recursos fundamentales: energía, materiales e información. La forma de conseguir que los estudiantes puedan llegar a traspasar las cuatro etapas descritas por Kolb durante su proceso educativo es el

uso de laboratorios de ingeniería. Según [14], los laboratorios en ingeniería se pueden clasificar en tres tipos básicos:

- Ingeniería de desarrollo: Usados para resolver cuestiones específicas acerca de la naturaleza y que deben ser contestadas antes que un proceso de diseño o desarrollo pueda continuar. Está pensado para resolver una pregunta específica de Importancia inmediata.
- Investigación: Son usados para explorar el borde del conocimiento que puede ser generalizado y esquematizado, pudiendo tener ningún uso específico en la actualidad.
- Docencia: Usado para validar el comportamiento de los modelos matemáticos planteados, contrastándolos con el comportamiento real de los objetos. También pueden ser del tipo de capacitación tecnológica sobre el uso de herramientas computacionales o físicas.

De ahí que el tipo de laboratorio más usado en los procesos formativos de pregrado en ingeniería es el de docencia. En ellos el estudiante casi nunca se enfrenta a desarrollar una metodología que le permita extraer los datos necesarios para evaluar un nuevo dispositivo o crear un nuevo componente [14].

4. PRÁCTICAS Y LABORATORIOS APLICADOS ACTUALMENTE EN EL ÁREA DE MATERIALES

Actualmente la actividad formativa de las asignaturas materiales industriales y mecánica aplicada se realiza mediante clases teóricas, planteamiento de problemas dentro y fuera del aula, y algunas prácticas de laboratorio.

Los laboratorios de materiales de la Universidad Distrital están ubicados en la sede Tecnológica, ubicada al sur de la ciudad de Bogotá, mientras que la facultad de Ingeniería (sede donde los estudiantes toman la mayoría de sus clases) se encuentra en la localidad de Chapinero. Esto implica que los estudiantes tengan que hacer desplazamientos de cerca de 2 horas entre sedes. Esta pérdida de tiempo por trayecto, sumada al hecho de que los estudiantes pertenecen a los estratos 1, 2 y 3 ha generado una serie de inconvenientes para el desarrollo de las asignaturas.

Otro aspecto negativo que afecta el desarrollo de las prácticas de laboratorio, es que todos los ensayos de mecánica de materiales son destructivos, por lo tanto, la probeta (suministrada por los estudiantes), solo puede ser usada una vez. Lo que genera una carga económica importante en los estudiantes provenientes habitualmente de grupos vulnerables de la sociedad. Adicionalmente, en las prácticas que se desarrollan en el laboratorio, el estudiante tiene una nula participación, limitándose a ser un recopilador de datos para elaborar un informe, aplicando algunos modelos de comportamiento y generando conclusiones sobre su experiencia. Sin embargo, el estudiante no puede modificar alguna variable y analizar el cambio sobre el comportamiento del material, y así poder buscar soluciones a problemas de ingeniería o validando los modelos vistos en clase.

Los estudiantes realizan seis prácticas (resistencia a tensión, compresión, torsión, flexión, fatiga e impacto). En esencia, estas pruebas consisten en tomar probetas de dimensiones normalizadas, someterlas a un tipo de carga diferente de acuerdo al tipo de ensayo, almacenar las variables de deformación y esfuerzo con respecto al tiempo, finalmente se llega a un nivel falla mecánica de la probeta (rotura). Posteriormente, el comportamiento de cada material queda determinado por la curva esfuerzo deformación generada por la carga aplicada. (véase figura 4)

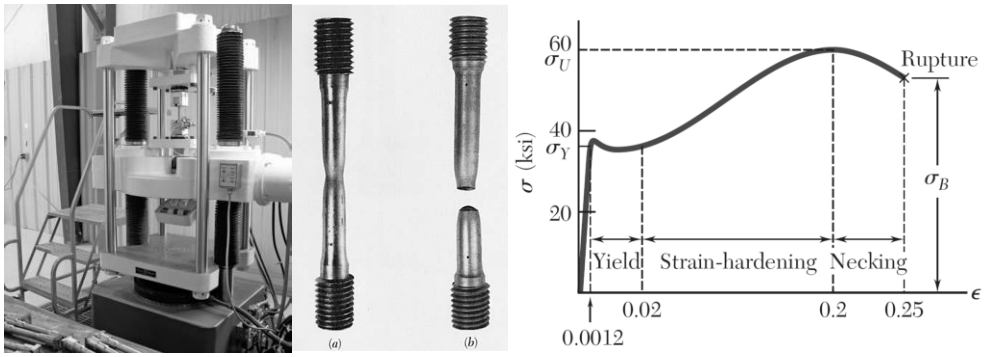


Figura 4. Prueba de resistencia a tensión. Máquina universal de ensayos, probeta en deformación plástica y gráfica resultante del ensayo [15]

5. RESULTADOS

Con el objetivo de implementar el modelo Knob y el aprendizaje activo dentro del área de diseño y manufactura de proyecto curricular ingeniería industrial, se ha propuesto diferentes prácticas y ensayos de laboratorio. A continuación, se describen brevemente algunas de las técnicas implementadas.

5.1 Laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales (basados en modelos numéricos) presentan una serie de importantes ventajas frente a los laboratorios tradicionales tales como brindar la posibilidad de hacer el mismo ensayo pero cambiando: condiciones geométricas, condiciones de carga, criterios de diseño o condiciones de resistencia, de una manera interactiva, rápida, gráfica y que no implican gastos adicionales En la actualidad estos sistemas además están presentando un nivel de difusión mucho más alto, debido a la facilidad que tienen de ser instalados en dispositivos móviles o por medio de aplicaciones en la nube.

A su vez tiene como desventaja que el estudiante solo interactúa con objetos idealizados descritos por medio de leyes matemáticas, haciendo imposible que el estudiante logre hacer la relación entre "mundo real" y modelo, sin identificar las limitantes que el modelo idealizado tiene, como estos modelos deben ser aplicados y que cuidados se debe tener en la práctica de ingeniería.

Una breve descripción de laboratorios virtuales que se han implementado en el marco de este proyecto de investigación, se describe a continuación.

5.2 Cálculo numérico de estructuras

El software IIUD.DIMSI.CERCHAS [16], permite evaluar de manera intuitiva y gráfica, el comportamiento de estructuras bidimensionales de elementos de área constante unidos por nodos, conocidos como cerchas (véase figura 5). Se aprecia como una estructura real, se puede simplificar a una estructura alámbrica cargándola con las cargas asociados a las cubiertas, viento y estructura. A partir de esta

simplificación, se obtiene la distribución de reacciones y fuerzas de los componentes. Una ventaja del uso de este software, es que el estudiante puede variar de manera muy sencilla la geometría de la cercha, pudiendo analizar las consecuencias que estos cambios tienen sobre el comportamiento en conjunto del sistema estructural.

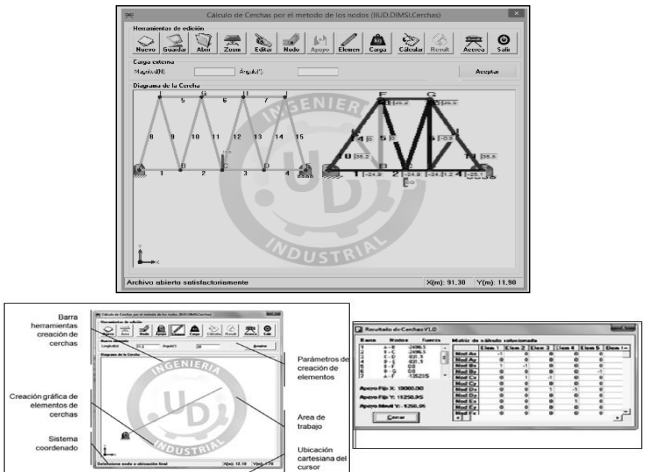


Figura 5. Software didáctico de análisis numérico de estructuras. en IIUD.DIMSI.CERCHAS.

5.3 Modelamiento mecánico por elementos finitos

El modelamiento por elementos finitos (FEM por sus siglas en inglés) es uno de los métodos de laboratorio virtual más usado en la actualidad. Este método está basado en la discretización de un elemento en partes más pequeñas (un número finito), cuya solución elástica de esfuerzo/deformación es muy sencilla (numéricamente hablando). La acumulación de cada una de las soluciones de los elementos discretizados, genera la respuesta general del componente o pieza. La exactitud de la solución depende del número de componentes discretizados, la homogeneidad de las propiedades elásticas y las condiciones de frontera impuestas al modelo.

En la Figura 6 se puede observar un análisis típico de FEM sobre el comportamiento mecánico de dos alternativas de diseño diferentes, realizado en el software SolidWORKS® 2011. Por ejemplo, la sujeción de una lámina por medio de remaches. En la Figura 6a, la lámina está unida por un remache mientras que en la Figura 6b la lámina está unida por dos remaches. A partir del análisis de elementos finitos se muestra claramente como la solución de dos remaches tiene un área más grande de esfuerzos comparado con el diseño de un solo agujero (esfuerzos más altos son de color más oscuro). Este fenómeno es uno de los problemas clásicos que pueden generar fallas sobre componentes mecánicos e imposible de apreciar de manera directa en las prácticas clásicas de laboratorio o en campo.

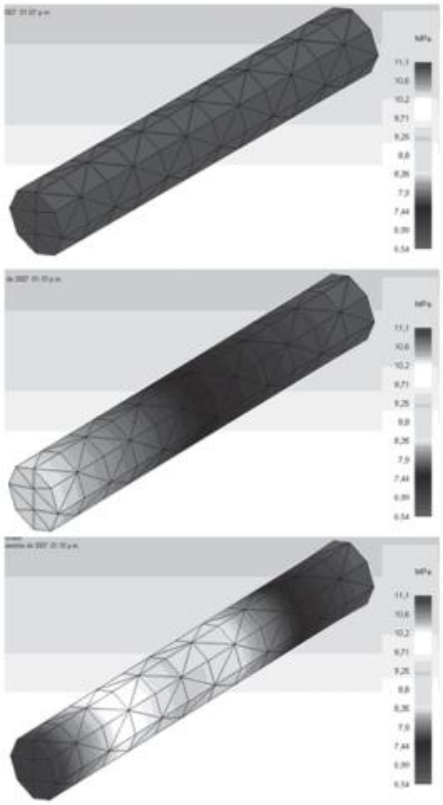


Figura 6 Análisis de elementos finitos sobre elemento estructural sometido a tensión [16]

Este tipo de prácticas presentan un muy importante parámetro didáctico que ayuda a entender el comportamiento de los elementos, la posibilidad de ver el mapa de esfuerzos y/o deformaciones asociados sobre la pieza y observar de forma magnificada las deformaciones ocasionadas por las condiciones de cargas impuestas. Pero siguen presentando las desventajas asociadas con la realización de prácticas virtuales como las discutidas al inicio de este capítulo.

5.4 Fabricación y evaluación del comportamiento mecánico de elementos a escala

Existen diferentes técnicas para poder aplicar esta técnica didáctica. Autores como [9], proponen hacer modelos en metales dúctiles que pueden ser fácilmente unidos por soldadura o pegamento (véase figura 7), mientras [12], propone el uso de material mucho más económico y de fácil consecución como lo es la pasta comestible. Generalmente el objetivo planteado para la práctica es que el estudiante diseñe una estructura que pueda tener la mayor capacidad de carga antes de rotura con relación al peso total, con algunas limitaciones

geométricas de tamaño planteadas por el docente. Asi mismo el estudiante puede además plantear cuales son las condiciones que su estructura va a presentar según los modelos matemáticos vistos en clase.

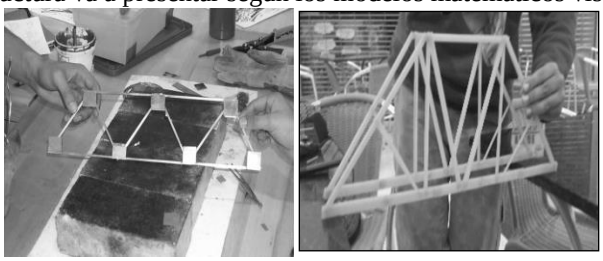


Figura 7 (a) Estructura construida en cobre por estudiantes y estructuras realizadas con pasta comestible construidas por estudiantes de la Universidad Distrital

El proceso constructivo de este tipo de proyectos es complicado y conlleva un tiempo importante de trabajo por parte de los estudiantes, de igual manera es necesaria una habilidad psicomotriz elevada, para obtener un resultado mecánica y estéticamente adecuado. Estas características hacen que estos trabajos sean planteados como proyecto final de curso lo que impide que los estudiantes puedan generar alternativos de diseño y evaluar su comportamiento. De igual forma, la instrumentación de este tipo de trabajos también es complicada y poco confiable debido a la dificultad de contacto mecánico de los sensores sobre la estructura construida. Sin un método por el cual el estudiante pueda cuantificar el cambio de las variables principales dentro de la estructura a medida que cambia las condiciones del problema (cargas aplicadas), impide de igual manera que el estudiante haga la relación entre el mundo real y los modelos matemáticos.

Para lograr que estas estructuras puedan ser aprovechadas didácticamente de una mejor manera, es necesario el uso de nuevos sistemas de medición. Estos sistemas de medición deben garantizar su bajo coste de implementación, cero o mínima influencia sobre el comportamiento estructural del modelo a escala y finalmente su fácil implementación. A continuación, se hace una descripción de las técnicas implementadas dentro del proyecto de investigación.

5.5 Técnicas fotométricas para medición de desplazamientos y/o deformaciones

El desarrollo de sensores electrónicos de captura de imágenes con alta resolución (High Definition o HD), sumado al incremento de poder de computo en los sistemas Informáticos portátiles, han permitido que los sistemas de visión artificial estén en expansión. Se presenta el análisis de deflexión sobre una viga empotrada en voladizo y su digitalización (véase figura 8), obtenida por el algoritmo de visión artificial desarrollado en el marco del proyecto.

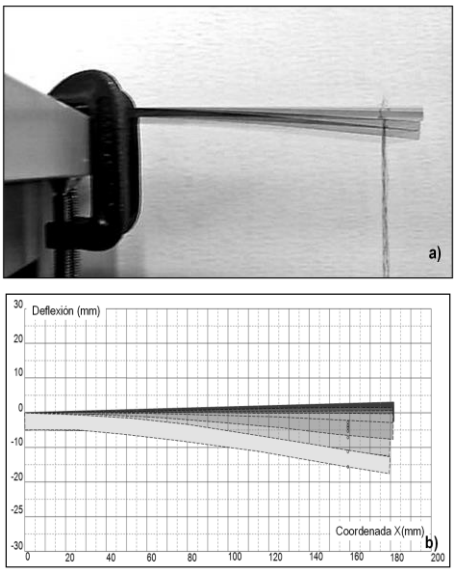


Figura 8. Análisis de deflexión en una viga de acrílico empotrada por análisis fotométrico. a) Fotografías secuenciales de análisis y b) Digitalización de movimientos y contornos.

La principal ventaja de este tipo de instrumentación es su costo, pues se tiene una inversión muy baja en hardware y el componente fundamental del sistema es el software de procesamiento. Entre otras ventajas se encuentran: ausencia de contacto entre la estructura en estudio y los sensores, monitoreo continuo a velocidad media (hasta 30 muestras por segundo – FPS) y la medición multiobjeto simultaneo de movimiento relativo o absoluto. La principal desventaja de los sistemas de análisis fotométrico es que la deformación medida debe ser "visible", esto Implica que debe ser superior a 0.5mm [17].

CONCLUSIONES

Según lo descrito en las secciones anteriores la mejor técnica para lograr el ciclo Kolb de aprendizaje es la de Hands-On, usando como respaldo la simulación por computador. En las referencias no existen datos en los cuales se traten proyectos de prácticas tanto de diseño estructural como de caracterización de materiales simultáneamente.

La integración entre software (elementos finitos, cálculo estructural, sistemas automáticos de visualización e instrumentación), visión artificial e instrumentación electrónica, generan una serie de experimentos con altísimas características didácticas convirtiéndose en el centro de apropiación de conocimiento por parte de los estudiantes.

La mayoría de los equipos de laboratorio disponibles por fabricantes especializados o diseñados en los propios centros educativos, son robustos, grandes y costosos; no pueden ser movilizados con facilidad. Esto restringe el tiempo disponible por los estudiantes para tratar de solucionar problemas "reales", interacción de sistemas de instrumentación, diseño de laboratorio y análisis de resultados. El diseño de equipos portátiles,

configurables e instrumentados puede mejorar la posibilidad de acceso de estos dispositivos por parte de los estudiantes y/o el uso por parte del docente durante el desarrollo mismo de la clase teórica, además de la reducción en costos por materiales en equipos de menor tamaño y el problema de espacios físicos no disponibles en la actualidad.

Este trabajo ha permitido incursionar aún más en la búsqueda de estrategias que mejoren el proceso enseñanza -aprendizaje de los estudiantes de ingeniería industrial. Actualmente se usan TIC en el desarrollo de habilidades espaciales, la metodología de aprendizaje basada en problemas que junto con herramientas disponibles en la web han mejorado el rendimiento académico de los estudiantes

REFERENCIAS

[41] Rodríguez, G. & Gil, E (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. Málaga: Ediciones Aljibe.

[42] Cuban L. (2001) Oversold and underused: computers in the classroom. Cambridge, Massachusetts, London: Harvard University press.

[43] Henao, O. (1992). El aula escolar del futuro. *Revista Educación y Pedagogía, 4* (8-9), 87-96.

[44] Arias N., González K., & Padilla J. (2010) Educación a distancia y educación virtual: Una diferencia necesaria desde la perspectiva pedagógica y la formación de ser humano, *Revista de investigaciones UNAD 9 (3)*, 200-215

[45] Garrido, M., (2005). "El reto del cambio educativo: nuevos escenarios y modalidades de Formación", Zaragoza, Dirección URL: <*http://tecnologiaedu.us.es/formaytrabajo /Documentos/lin7fan.pdf*>.

[46] Sorby, S. (2009). "Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students." *International Journal of Science Education, 31* (3), 459-480.

[47] Shuman, L., Besterfield-Sacre, M. &Mcgourty, J. (2005). The ABET Professional Skills – Can They Be Taught? Can Chey Be Asesad, ‚Journal of Engineering Education, Vol. 94, N° 1, pp. 41-55.

[48] Chrobak, R (1996) .The Globalization and the Engineering Teaching for the XXI Century. Primer Congreso Argentino de Enseñanza en la Ingeniería.

[49] Hadim H., Donskoy D., Sheppard K., Gallois B. &Nazalewicz J. (2000). Teaching Mechanics to Freshmen by Linking the Lecture Course to a Design Course, ASEE Conference Proceedings Search.

[50] Caro, S. &Reyes, J. (2003). Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en Ingeniería Civil. Revista de ingeniería, núm. 18, p.p.48-55, 2003

[51] Fernández-Sánchez, G.&Millán, M.,(2013). Structural Analysis Education: Learning byHands-On Projects and Calculating Structures", Journal of ProfessionalIssues in Engineering Education & Practice, Vol. 139, No. 3.

[52] Ruiz, D., Magallón, J. &Muñoz, E. (2006). Herramientas de aprendizaje activo en las asignaturas de ingeniería estructural", Ingeniería y Universidad, vol. 10, núm. 1, p.p.97-115.

[53] Kolb D. & Fry R., (1975) Toward an applied theory of experiential learning", in C. Cooper (ed.), Theories of Group Process, London: John Wiley

[54] Feisel L. &Rosa A. (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education", Journal of Engineering Education Volume 94, Issue 1, p.p. 121–130.

[55] Hibbeler R. (2011). Mechanics of Materials, Pearson Prentice Hall, p.p. 57-60.

[56] Contreras L, Vargas L. & Tristancho J. (2012). Estudio de la aplicación de herramientas computacionales en el desarrollo de competencias en el cálculo de estructuras. Revista Educación y Desarrollo Social, Vol. 6 No. 1, pp 145-155.

[57] Tristancho J. (2008). Análisis de comportamiento mecánico de elementos estructurales a escala por medio de fotometría y galgas extensiométricas", Documento interno de investigación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes.

CICOM 2017
7° Congreso Internacional de computación
México - Colombia
XVII Jornada Académica en Inteligencia Artificial
Septiembre 28, 29 y 30 de 2017 Colombia

PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE PROBABILIDAD MEDIADA POR UN OVA, ORIENTADA A UN COLEGIO RURAL DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ.

RUBY YAMILE SALCEDO RAMÍREZ
Maestrante en TIC aplicadas a las Ciencias de la Educación, Licenciada en Matemáticas y Estadística
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama, Boyacá.
Colombia
yamilesalcedo52@yahoo.com

RESUMEN

La presente ponencia muestra los avances en el desarrollo de una unidad didáctica que involucra la implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje, OVA, con el fin de mejorar las competencias en probabilidad, propuestas en los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional para el grado once. La investigación se enmarca dentro del enfoque cuasi experimental, pues lo que se pretende con el desarrollo de este proyecto es la construcción de aprendizajes significativos dentro de una temática tratada. Se toma como población objeto de estudio a los 9 estudiantes del grado once pertenecientes a un colegio rural del municipio de Paipa, Boyacá. Inicialmente se aplicó una prueba diagnóstica, en la cual se determinaron las falencias que los estudiantes poseían en temáticas relacionadas con probabilidad, las cuales sirvieron como base para establecer los requerimientos para la elaboración del OVA. Como avance del proyecto se presenta la estructura del OVA propuesto, cuya mediación, se espera, mejorará las competencias de los estudiantes.

PALABRAS CLAVES

Competencias de probabilidad; enseñanza de probabilidad; educación rural; OVA.

ABSTRACT

The present work shows the advances in the development of a didactic unit that involves the implementation of a Virtual Learning Object (OVA) in order to improve the competences in probability, proposed in the Basic Standards of

Mathematical Competence of the Ministry of National Education for eleventh grade. The research is framed within the quasi-experimental approach, because what is intended with the development of this project is the construction of meaningful learning within a thematic treated. The 9 eleventh grade students belonging to a rural school in the municipality of Paipa, Boyacá, are taken as the study population. Initially a diagnostic test was applied, in which the students' shortcomings in probability-related topics were determined, which served as a basis for establishing the requirements for the OVA. As the project progresses, the proposed OVA structure is presented, whose mediation is expected to improve students' competencies.

KEYWORDS

Probability competencies; Probability teaching; rural education; OVA.

1. INTRODUCTION

El desarrollo de competencias estadísticas y probabilísticas aportan a la construcción de herramientas por parte del estudiante, que lo ayudan a mejorar el razonamiento, toma y deducción de situaciones que suceden a su alrededor [1]. Se desarrollan capacidades de recopilación, organización, representación e interpretación de datos e información, junto con la capacidad de identificar, describir y modelar situaciones del azar; así será posible estimar probabilidades de ocurrencia, dar predicciones y tomar decisiones, elementos fundamentales para los ciudadanos de hoy [2, 3].

La enseñanza de temáticas relacionadas con ciencias básicas y aplicadas, como: física, química, electricidad, electrónica y mecánica, por mencionar algunas, se ha visto influida por las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC [4, 5, 6]. Las matemáticas, en especial la probabilidad y la estadística, también han sido objeto de la implementación de nuevas tecnologías para su enseñanza y aprendizaje [7, 8, 9]. Cada vez con mayor frecuencia, se encuentran propuestas que incluyen materiales educativos computarizados, objetos virtuales de aprendizaje, software especializado para enseñanza de conceptos matemáticos, todo ello complementado con el uso de plataformas para la administración de contenidos [10, 11].

El Ministerio de Educación Nacional, MEN, ha propuesto una serie de competencias orientadas al mejoramiento del estudio de la probabilidad, las cuales se encuentran integradas en los estándares básicos de competencias en matemáticas [12]. Sin embargo, la enseñanza de la probabilidad en grado once del Colegio Santa Rita, institución rural del municipio de Paipa, se orienta con base en el plan de área de matemáticas, el cual a su vez se retoma de un texto guía. Este texto trata con poca profundidad la temática de probabilidad, impidiendo que los estudiantes alcancen las competencias esperadas. Lo anterior, unido a un modelo educativo tradicional y con poca integración de las TIC, justifica la necesidad de diseñar una unidad didáctica enfocada al aprendizaje de la probabilidad, buscando la interacción con las nuevas tecnologías. Adicionalmente, con el servicio deficiente de internet en la institución, resulta práctica y adecuada la aplicación de Objetos Virtuales de Aprendizaje que puedan emplearse de forma local.

Este documento muestra los resultados obtenidos de una prueba diagnóstica aplicada a un grupo de estudiantes de grado once, pertenecientes al Colegio mencionado anteriormente, con el fin de determinar las competencias que poseen sobre la temática de probabilidad. Como avance del proyecto se presenta la estructura del OVA propuesto, cuya mediación, se espera, mejorará las competencias de los estudiantes.

2 MARCO TEÓRICO Y MÉTODOS

2.1 Objeto Virtual De Aprendizaje

Los Objetos de Aprendizaje, OA, de acuerdo al portal Colombia Aprende, se definen como: "Un conjunto de recursos digitales, que pueden ser utilizados en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización" [13]. Así, este conjunto de recursos digitales no implican el acceso a internet, lo cual favorece al objetivo del proyecto teniendo en cuenta el contexto en el cual se ubica la población sobre la cual se va a realizar el estudio.

Sánchez-Medina [14], indica que lo que se quiso hacer fue llevar este concepto a la educación por medio de los diversos materiales desarrollados, de acuerdo con las ideas que cada individuo analiza y aplica en sus clases. El autor también indica que "Los OA son elementos de un nuevo tipo de instrucción basada en computadores, enmarcada en el paradigma orientado a objetos de las ciencias de la computación. La orientación a objetos valora altamente la creación de componentes (llamados objetos) que pueden ser reutilizados en múltiples contextos" [14]. En este sentido, los OA son generalmente entendidos como entidades digitales para ser entregadas por Internet, lo cual implica que, a diferencia de los recursos tradicionales, cualquier persona puede acceder a ellos y emplearlos simultáneamente con otros [15].

En otras palabras, los objetos de aprendizaje se pueden entender como cualquier objeto que incluye los entornos, estrategias, métodos, problemas o actividades, que se desarrollan de diversas formas y metodologías; lo anterior, en conjunto de los recursos digitales e informáticos (soportado por la tecnología) que se utilizan como apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje [16].

2.2 Metodología

La metodología de esta investigación implica un estudio cuasi experimental, ya que lo que se busca con el desarrollo de este proyecto es la construcción de aprendizajes significativos, mediados por un OVA, en una temática relacionada con probabilidad, tratada en un colegio de zona rural. Como lo indica Cabré [17], los diseños cuasi-experimentales no son aleatorios, además los requisitos no son tan estrictos como en la investigación experimental; por tanto, los datos no pueden ajustarse y no son del completo control de los investigadores.

La unidad didáctica se implementará en el Colegio Fundación Santa Rita, ubicado en el corregimiento del Pantano de Vargas, municipio de Paipa, Boyacá; gran parte de los estudiantes son de esta zona, pertenecientes a los estratos 1 y 2, con un núcleo familiar incompleto, la comunidad de esta zona se caracteriza por el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Los estudiantes del colegio presentan falencias en el ámbito educativo debido al entorno en el que se encuentran y en muchos casos por la falta de atención en el grupo familiar, la mayoría de estudiantes cuentan con un núcleo familiar estable, a pesar de la ausencia de alguno de los padres. Gran parte de los padres de familia presentan bajo grado de escolaridad, no culminaron la primaria ya que se dedicaron a la labor agrícola y/o al cuidado de los hijos. Los participantes directos de la investigación lo conforman un grupo de 9 estudiantes, de núcleo común, pertenecientes a grado once de la institución, con edad promedio de 16 años (5 mujeres y 4 hombres), de los cuales 6 estudiantes no tienen acceso a computador en sus casas; la zona rural en la que se ubica el colegio dificulta el acceso a internet y los equipos de la institución son obsoletos ante el avance tecnológico actual. Por ello, se hará uso de los

dispositivos de que disponen los mismos estudiantes (3 computadores portátiles) y el computador portátil de 3 docentes de la institución.

Las siguientes actividades se proponen con el fin de alcanzar el objetivo general de la presente investigación: a) Identificación de los requerimientos técnicos y pedagógicos para el OVA, con el fin de que se adapte a las características de la población. b) Desarrollo de la unidad didáctica propiamente dicha, incluyendo la elaboración del OVA como parte integral del ambiente de aprendizaje. c) Validar la unidad didáctica con los estudiantes, lo cual permitirá establecer la funcionalidad del OVA dentro del proceso formativo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Prueba Diagnóstica

Con el fin de establecer el estado inicial de los estudiantes frente a los conceptos básicos en probabilidad, se plantea un cuestionario con siete situaciones problema enfocadas a la valoración de las competencias básicas en probabilidad que propone el MEN; en la Tabla 1, a manera de ejemplo, se relacionan tres de estas competencias con la situación planteada dentro de la prueba.

Tabla 1**:** Relación Competencia y Situación Problema en la Prueba Diagnóstica.

COMPETENCIA	SITUACIÓN PLANTEADA DENTRO DE LA PRUEBA
Resuelvo y planteo problemas usando conceptos básicos. Interpreto conceptos de conteo y probabilidad.	1. Una familia conformada por tres personas: A, B y C, que hacen parte de un grupo de estudio que siempre tiene un orientador en cada uno de los salones: 1, 2 y 3. Un día en específico, a cada uno de los miembros de la familia le corresponde un orientador al azar. Si es requerido el registro del número de salón asignado a cada miembro de la familia, los posibles resultados serían:
	2. Una persona tiene para ir desde su casa al trabajo cuatro caminos diferentes, para ir del trabajo al restaurante otras cinco, mientras que de la casa al restaurante sólo son dos. Si la ruta varía según la hora y el medio de transporte que se utilice ¿de cuantas maneras puede hacer este recorrido?
	3. En un juego, se extraen sucesivamente tres pimpones de una bolsa que contiene 6 blancas, 8 rojas y 10 verdes. ¿Cuál es la probabilidad de sacar, en orden, un pimpón rojo, blanco y verde?
Justifico o refuto inferencias basadas en razonamientos estadísticos. Interpreto	4. En un colegio hay 200 estudiantes matriculados en bachillerato, de ellos 150 estudian inglés, 80 juegan baloncesto y, 40 juegan baloncesto y estudian inglés. Plantee una tabla que organice los datos suministrados anteriormente. Calcule la probabilidad de que al seleccionar una persona esta sea: a. Un estudiante que juegue baloncesto y estudie inglés; b. Un estudiante que solo estudie inglés; c. Un estudiante que solo juegue

conceptos de probabilidad condicional e independencia de eventos.	baloncesto.
	5. Un grupo de personas distribuidos de la siguiente forma: 27 mujeres y 23 hombres, además entre ellos hay 15 mujeres y 8 hombres que son zurdos. Organice los datos suministrados anteriormente. Calcule la probabilidad de que al seleccionar una persona esta sea: a. Un hombre zurdo; b. Sea una persona diestra; c. Una mujer diestra; d. Sea hombre
	6. En un estudio realizado en un colegio para determinar la cantidad de celulares que tienen los 20 alumnos de grado once, de ellos 7 son hombres de los cuales 4 tienen celular y 8 de las mujeres también. Complete la siguiente tabla y responda: Calcule la probabilidad de que al seleccionar una persona esta: a. Sea un hombre sin celular; b. Un alumno con celular; c. Sea una mujer con celular; d. Sea mujer
Resuelvo y planteo problemas usando conceptos básicos.	7. Para la siguiente tabla, plantee una situación con una pregunta resuelta:

		SEXO		
		HOMBRE	MUJER	MARGINAL
FUMA	SI	65	58	123
	NO	43	67	110
	MARGINAL	108	125	233

Los datos determinados con la prueba diagnóstica fueron valorados a partir del planteamiento, procedimiento desarrollado y respuesta obtenida en cada una de las situaciones formuladas en el cuestionario; los resultados se clasificaron en correctos, incorrectos y sin solución. La table 2 muestra las competencias a desarrollar y reforzar, junto con la cantidad de estudiantes clasificados de acuerdo a los resultados en cada una de las situaciones del cuestionario.

Tabla 2: Resultados Prueba Inicial.

Competencia	Situación en la prueba	RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES		
		Incorrecta	Correcta	Sin Solución
Resuelvo y planteo problemas usando conceptos básicos. Interpreto conceptos de conteo y probabilidad.	1	0	9	0
	2	7	0	2
	3	5	0	4
Justifico o refuto inferencias basadas en razonamientos estadísticos. Interpreto conceptos de probabilidad condicional e independencia de eventos.	4	9	0	0
	5	9	0	0
	6	9	0	0
Resuelvo y planteo problemas	7	4	4	1

usando conceptos básicos.

De acuerdo con los resultados de la tabla 2, se puede observar que los estudiantes poseen falencias en las tres competencias planteadas y valoradas por las situaciones de la tabla 1. En este sentido, para el planteamiento del espacio muestral necesitaron la enumeración de los datos que debían relacionar para la solución de problemas usando conceptos básicos. En lo que respecta a inferencias basadas en razonamientos estadísticos, la confusión se relacionó con la probabilidad condicional pues los 9 estudiantes fallan en el análisis de los eventos cuando se plantean dos características a un solo elemento. Sin embargo, en el planteamiento de situaciones a partir de datos dados, 4 de los 9 estudiantes lo hacen de forma coherente, mientras que los 5 restantes presentan falencias en la aclaración de la información que se pide mostrar, justificar y resolver; esto indica las dificultades de la mayoría de los estudiantes a la hora de plantear problemas usando conceptos básicos de conteo y probabilidad.

Estos resultados respaldan la necesidad de implementar estrategias que favorezcan el aprendizaje significativo en la temática de probabilidad, buscando con ello el mejoramiento de estas competencias dentro del área de matemáticas. Además, la prueba diagnóstica se constituye en un insumo fundamental para elaborar una unidad didáctica basada en un OVA, que complemente la enseñanza de la probabilidad en grado once, empleando para ello estrategias que motiven a los estudiantes y los involucren en la solución de problemas del contexto.

3.2 El OVA Propuesto

Además de la información necesaria sobre los requerimientos para el desarrollo del OVA, se tuvieron en cuenta los contenidos de acuerdo a las falencias encontradas en la prueba inicial, se desarrollaron conceptos básicos, técnicas y análisis de problemas dentro de su contexto. El OVA se realizó con el software Adobe Dreamweaver, siguiendo los componentes a tenerse en cuenta para la elaboración de un material de este tipo, como se presenta en la figura 1.

Figura 28**.** Componentes del OVA. *Fuente*: Datos del proyecto.

Basados en las competencias que se busca desarrollar en los estudiantes, se plantean los contenidos referentes a los conceptos básicos de probabilidad vistos en la Figure 2, como complemento a las clases desarrolladas en el aula. La estructura de cada tema se basa en la explicación de las definiciones, ejemplos contextualizados y una valoración de los conocimientos adquiridos.

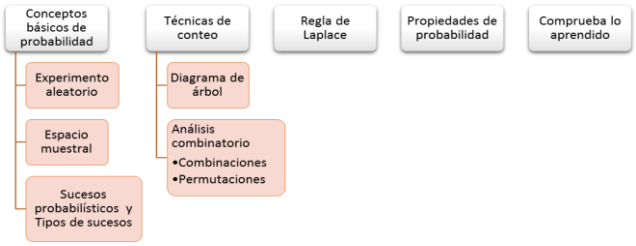


Figura 29. Contenidos del OVA. *Fuente*: Datos del proyecto.

El Ova inicia con una portada como se muestra en la Figure 3, la cual presenta el concepto de probabilidad junto con una imagen relacionada y las temáticas a reforzar; en la parte inferior se incluye la persona que elaboró este objeto de aprendizaje, así como el lugar en donde fue desarrollado. Cada uno de los temas se presenta con la misma estructura.

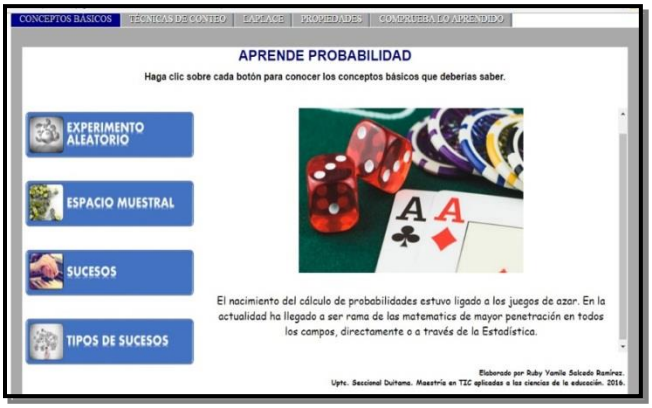


Figura 3. Portada del Ova. *Fuente*: Datos del proyecto.

En la Figure 4 se observa una de las actividades que evalúa los conceptos contenidos en el OVA, por medio del análisis de los cuestionamientos enunciados y la escritura de la respuesta correcta; ellas permiten al estudiante saber el acierto o no en cada pregunta de forma simultánea.

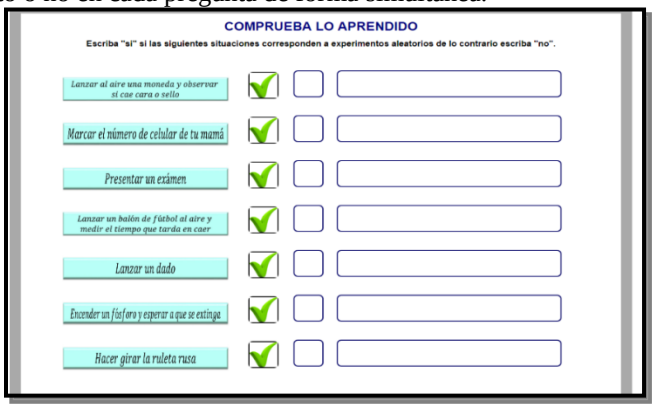


Figura 4. Ejemplo de actividad en el OVA. *Fuente*: Datos del proyecto.

4 CONCLUSIONES

El Objeto Virtual de Aprendizaje, OVA, se construyó a partir de los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica como una estrategia para lograr un aprendizaje significativo de la temática de probabilidad, ya que se manifestaron falencias dentro de la población de estudio en cuanto a las competencias de probabilidad establecidas por el MEN. Por ello se plantean actividades que buscan dar solución a problemas prácticos además de la motivación por el área y el cambio de opinión acerca de las diversas estrategias y procedimientos que han ido surgiendo con el propósito de mejorar.

El desarrollo de un OVA se justifica de acuerdo al contexto en el que se encuentra el grupo de estudiantes debido a las falencias tecnológicas que presenta la institución, entre las cuales está la mala conexión a internet por la ubicación en la zona rural. El OVA establece actividades de evaluación y retroalimentación de los conceptos vistos, lo que fortalece el proceso de aprendizaje y fomenta el autoaprendizaje en los estudiantes, facilitando y fortaleciendo la toma de decisiones y análisis de los procesos que ellos poseen.

Para validar la eficacia del OVA como estrategia en el aprendizaje de conceptos básicos y el mejoramiento de las competencias de probabilidad, luego de utilizar el OVA en el desarrollo de la unidad didáctica, se aplicará una prueba final en donde se plantearán situaciones similares a las formuladas en la prueba diagnóstica. La tabulación y análisis de la prueba final, permitirá establecer el avance en las competencias de los estudiantes, así como las posibles mejoras en la estrategia didáctica utilizada.

REFERENCIAS

[1] Riscanevo-Espitia, L. 2016. La teoría de la práctica social del aprendizaje en la formación de profesores de matemáticas. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 7 1(1), 93-110. Doi: 10.19053/20278306.v7.n1.2016.5635

[2] Piratoba-Gil, R. P., & Rojas-Morales, C. E. 2014. Cambios en las concepciones iniciales e inducidas sobre la naturaleza de las matemáticas y su didáctica, en estudiantes de un programa de Licenciatura en Matemáticas y Estadística. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5(1), 32–45. Doi: 10.19053/20278306.3140

[3] Burbano-Pantoja, V. M. A., Valdivieso-Miranda, M. A., & Aldana-Bermúdez, E. 2017. Conocimiento base para la enseñanza: un marco aplicable en la didáctica de la probabilidad. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 7(2), 269-285. Doi: 10.19053/20278306.v7.n2.2017.6070

[4] Angarita-Velandia, M. A., Fernández-Morales, F. H., & Duarte, J. E. 2014. La didáctica y su relación con el diseño de ambientes de aprendizaje: una mirada desde la enseñanza de la evolución de la tecnología. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (1), 46–55. Doi: 10.19053/20278306.3138

[5] Parra-León, L. F., Duarte, J. E., & Fernández-Morales, F. H. 2014. Propuesta didáctica para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 4 (2), 138–147. Doi: 10.19053/20278306.2891

[6] Parada-Hernández, A., & Suárez-Aguilar, Z. E. 2014. Influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la apropiación de conceptos de electrónica análoga, en estudiantes de grado séptimo de educación

básica. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (1), 20–31. Doi: 10.19053/20278306.3137

[7] Valdés-Núñez, J. 2011. Lúdica y matemáticas a través de TICs para la práctica de operaciones con números enteros. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 1 (2), 17-27. Recuperado de: http://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/1299

[8] García-García, R. 2013. Aprendizaje de la estadística y la probabilidad en secundaria. España. Recuperado de: http://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/2939/Garcia%20Garcia%20Ricardo.pdf?sequence=1

[9] Belfiori, L. 2014. Enseñanza de estadística con recursos TIC. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires (Argentina). Recuperado de http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ASIJgmESXB8J:scholar.google.com/+Belfiori+(2014)&hl=es&as_sdt=0,5

[10] Araujo, D., & Romero, S. 2012. Uso de las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje. Universidad de la Guajira Colombiana. Telématique, 11(1), 69-83. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78423414005

[11] Torres-Ortiz, J. A., & Duarte, J. E. 2016. Los procesos pedagógicos administrativos y los aspectos socio-culturales de inclusión y tecno-pedagogía a través de las tendencias pedagógicas en educación a distancia y virtual. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6(2), 179–190. Doi: 10.19053/20278306.4606

[12] Ministerio de Educación Nacional, MEN. 2006. Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf

[13] Ministerio de Educación Nacional, MEN (s.f.). Portal Colombia aprende. Recuperado de: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/propertyvalue-34418.html
[14] Sánchez-Medina, I. 2014. Estado del arte de las metodologías y modelos de los objetos virtuales de aprendizaje (OVAs) en Colombia. ENTORNOS, 93-107. Recuperado de: http://journalusco.edu.co/index.php/magazine/article/view/472
[15] Jurado-Erazo, G. E. 2010. Objetos virtuales de aprendizaje (OVA) como mediadores del proceso de aprendizaje. Revista Criterios, 63-72. Recuperado de: http://www.umariana.edu.co/ojs-editorial/index.php/criterios/article/download/283/245
[16] Valencia, N., Huertas, A., & Baracaldo, P. 2014. Los ambientes virtuales de aprendizaje: una revisión de publicaciones entre 2003 y 2013, desde la perspectiva de la pedagogía basada en la evidencia. Revista Colombiana de Educación, 73 - 103. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/rcde/n66/n66a04.pdf
[17] Cabré, R. B. 2012. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. 1 - 86. Recuperado de: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstrea

DESARROLLO DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE CON TIC PARA LA ENSEÑANZA DE LA EDUCACION ECONOMICA FINANCIERA EN ESTUDIANTES DEL GRADO SEXTO, EN EL COLEGIO COOPERATIVO REYES PATRIA, SOGAMOSO, BOYACÁ

DIANA JANNETH BERDUGO PORTILLA
Universidad Pedagogica y Teconologica de Colombia,
dijanneth83@hotmail.com

6. RESUMEN

Las instituciones educativas regidas por el ministerio de educación plantea la educación económica financiera como un proyecto pedagógico que permite a la población estudiantil identificar situaciones para indagar, preguntar y cuestionar acerca de la Educación Económica y Financiera (EEF) de manera crítica y reflexiva, de modo que tomen decisiones informadas y analizadas en el alcance de las responsabilidades que les demanda su ejercicio como sujetos económicos [1] y a su vez la evolución imparable de la tecnología hace de vital importancia integrar las herramientas TICs con dichos componentes en el aprendizaje de las mismas.

Este trabajo muestra el diseño estructural del módulo EEF planteado para el desarrollo de un ambiente de aprendizaje mediado con tic para la enseñanza de la educación económica financiera en estudiantes de grado sexto.

PALABRAS CLAVE

Matemáticas; Financiera; Ambientes Virtuales; TIC; Educación Económica.

7. ABSTRACT

Educational institutions governed by the Ministry of education raises the financial economic education as a pedagogical project which allows the student population to identify situations to inquire, ask and question about the EEF critical and reflective way, so that decisions reported and analyzed in the scope of the responsibilities required by the exercise as economic subjects [1] and at the same time the unstoppable evolution of technology makes vital integrate ICT tools with these components in the learning of the same.

This work shows the structural design of the Economic and Financial Education module raised the development of a learning mediated with TIC environment for the teaching of financial economic education in sixth grade students.

KEYWORDS

financial mathematics; virtual environments; TIC; economic education.

ACM REFERENCE FORMAT:

2017. Desarrollo de un ambiente de aprendizaje con tic para la enseñanza de la educacion economica financiera en estudiantes del grado sexto, en el Colegio Cooperativo Reyes Patria, Sogamoso, Boyacá. In *Proceedings of Séptimo Congreso Internacional de Computación CICOM 2017, Bogotá, Colombia, September 2017 (CICOM 2017), 4 pages.*

1. INTRODUCCION.

Desde principios del 2012, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) emprendió la implementación de un Programa de Educación Económica y Financiera (PEEF) en convenio con la Asociación Bancaria y de Entidades Financieras de Colombia (Asobancaria), que buscaba el desarrollo de competencias básicas en niños y jóvenes, especialmente de competencias matemáticas, de tal manera que les permita la comprensión y

la toma de decisiones responsables respecto de los sistemas financieros, y la economía, en un contexto globalizado *[2]*

Con la puesta en marcha del PEEF, el MEN busca "Fomentar el pensamiento crítico en los niños, niñas, adolescentes y jóvenes mediante el desarrollo de saberes, habilidades, actitudes y valores que les ayude a reconocer, comprender, analizar y decidir responsablemente frente a fenómenos económicos y financieros presentes en su cotidianidad" *[1]*

La educación financiera ha cobrado especial importancia en una época de incertidumbre como en la que vivimos, donde la crisis económica y financiera iniciada en el año 2007 ha impactado en los niveles de empleo y por ello los individuos se encuentran en la obligación de tomar previsiones ante situaciones adversas. Además, la corrupción política y económica percibida por los niños, y la filosofía del dinero rápido, provocan una falta de ética en el planteamiento del esfuerzo, el trabajo y el ahorro que pueden provocar situaciones aún más difíciles cuando estos niños alcancen la edad adulta. *[4]*

De esta manera, uno de los aportes de la EEF (Educación Económica y Financiera) en nuestro país es el fortalecimiento del bienestar de la sociedad, puesto que "…consumidores más educados y mejor informados toman mejores decisiones financieras a lo largo de su vida, los cuales no sólo favorecen sus intereses particulares sino que, en conjunto, ayudan a la estabilidad del sistema financiero al reducir la probabilidad de incidentes de crisis" *[2]*

La EEF en las instituciones educativas de nivel primaria, secundaria y media se ha ido incorporando poco a poco de manera superficial, manifestándose una carencia de material pedagógico debido a los pocos años en que se ha indicado la inclusión de dicha materia.

En la actualidad, los modelos educativos innovadores deben fomentar ambientes de aprendizaje interactivos, sincrónicos y asincrónicos, donde el docente se encuentre comprometido con el aprendizaje de sus alumnos y cumpla un papel como asesor y facilitador; los estudiantes se convierten en actores de cambio con habilidades y modos de trabajo innovadores en los cuales utilizan tecnologías de vanguardia, materiales didácticos, recursos de información y contenidos digitales. *[4]* Una propuesta metodológica para operar estos modelos educativos es la de Ambientes de Aprendizaje Mediados por TIC, ya que desarrollar un ambiente de este tipo no es trasladar la docencia de las aulas de clase a un ambiennte virtual, sino mediarlas con las TIC.

El Colegio Cooperativo Reyes Patria posee una infraestructura propia para desarrollar este tipo de ambientes, ya que cuenta con salas especializadas, su propia plataforma y complementandolo con la exigencia del MEN sobre EEF, se hace necesario el desarrollo de un ambiente de aprendizaje para esta área.

2. REFERENTE CONCEPTUAL

2.1 **Marco Teórico**

Enseñar y aprender es la cotidianidad del aprendizaje donde, en el ambiente en el cual se desarrolle, primen estos factores, la interacción entre ellos exige una postura pertinente en el cual se recree cualquier escenario por complicado que este sea, para ello docentes y estudiantes, como protagonistas del acto educativo, son el papel fundamental para que estos factores se cumplan y de este modo se condensen los conocimientos de una forma más agradable.

El Colegio Cooperativo Reyes Patria cuenta con instalaciones dotadas tecnológicamente y mediadas por TIC para el buen desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje; su modelo de aprendizaje es el constructivismo, el cual servirá de base para el desarrollo del ambiente de aprendizaje. Sin dejar atrás que el docente o tutor puede complementar con otros modelos según sea su criterio.

Según el autor *[5]* puede denominarse teoría constructivista a aquella que entiende que el conocimiento es el resultado de un proceso de construcción o reconstrucción de la realidad que tiene su origen en la interacción entre las personas y el mundo. Por tanto, la idea central del constructivismo reside en que la elaboración del conocimiento constituye una modelización más que una descripción de la realidad.

2.2 **Marco Conceptual**

Según los autores *[6]* se puede definir un Ambiente de Aprendizaje como el conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, donde, con base en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje a través de un sistema de administración del mismo.

Citando *[7]* señalan que "un ambiente de aprendizaje constituye un espacio propicio para que los estudiantes obtengan recursos informativos y medios didácticos para interactuar y realizar actividades encaminadas a metas y propósitos educativos previamente establecidos".

2.2.1 Educación Económica Financiera.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, asume la educación financiera como "un proceso por medio del cual los individuos desarrollan los valores, los conocimientos, las competencias y los comportamientos necesarios para la toma de decisiones financieras responsables que requieren la aplicación de conceptos financieros básicos y el entendimiento de los efectos que los cambios en los principales indicadores macroeconómicos generan en su propio nivel de bienestar económico" [8]

También, [9] plantea que "La educación social y financiera tiene como objetivo inspirar a los niños a ser ciudadanos social y económicamente empoderados, dotándolos de las actitudes y los conocimientos necesarios para convertirse en agentes activos capaces de transformar sus comunidades y sociedades".

En la figure 1 se muestra los componentes que la UNICEF a predeterminado dependiendo el nivel de edad y la educación a implementar, este proyecto se basara en el nivel 3, de edades entre 10 y 14 años. En el cual se destaca que para la población de estudio debe ser un consumidor informado y que sea coherente frente a los riesgos financieros a que este tiene lugar.

	Educación social/ habilidades para la vida	Educación financiera	Educación sobre los medios de vida sostenibles
Nivel 1: 0–5 años	Emociones, consecuencias, salud/seguridad, compasión	Valor de dinero, precios, ahorro, posesiones	Intereses profesionales, profesiones, espíritu empresarial, metas, iniciativa, capacidad para la resolución de problemas, trabajo en equipo, recibir consejos, evitar riesgos
Nivel 2: 6–9 años	Los derechos del niño, las responsabilidades, el respeto por los demás, las reglas, las capacidades auditivas	Necesidades y deseos, plan de ahorro, recompensas, reconocer los bancos y los servicios financieros	
Nivel 3: 10–14 años	Expresar opiniones, trabajo en equipo, capacidades de investigación, el aprecio por un aprendizaje permanente	Consumidor informado, planificación a corto plazo frente a largo plazo, riesgos financieros, efectos de la publicidad	Vocaciones, oportunidades, plan de acción, autodisciplina, perseverancia, comunicación
Nivel 4: 15 + años	Injusticia social, gestión del tiempo, relaciones, liderazgo	Capacidades de negociación, poder adquisitivo, tipos de interés, delitos financieros	Salarios, necesidades de capital, mercadeo, empleabilidad, adaptación al cambio, capacidad de gestión

Figure 1. Marco internacional de la educación financiera para los niños y jóvenes. Fuente [9]

En general, como lo plantea Gnan, Silgoner y Weber, las definiciones de EEF encontradas en la mayoría de programas y estrategias alrededor del mundo, tienen tres elementos en común: pretenden generar mayor comprensión y capacidad para la toma de decisiones; propician el reconocimiento de la interrelación de las personas con el sistema financiero y, finalmente, incorporan características y condiciones del contexto social en el que las personas se empoderan para tomar decisiones financieras que les permitan transformar sus contextos desde una perspectiva social y económica. [10]

2.2.2 Matemática Financiera.

Según Mehl, *[11]* Permite modelar la realidad y emplear un sentido lógico para arribar a las generalizaciones a través de la simbolización. En consecuencia, la asignatura Matemática Financiera está orientada a estimular el desarrollo de destrezas y habilidades cognoscitivas, que en fase posterior se traduce en capacidades analíticas y críticas.

Desde el punto de vista matemático, la base de la Matemática Financiera radica en explorar el cambio que se genera en uno o varios capitales a través del tiempo.

La importancia de la Matemática Financiera radica en la teoría del valor, trabajo desarrollado por *[12]* quien explica que los precios eran consecuencia de la cantidad de trabajo que se necesitaba para producir un bien. *[13]* adopta esta teoría, y otras dos fuentes: la dialéctica hegeliana y la exposición de la revolución industrial, para realizar una genial síntesis de la teoría del valor, es decir, la transformación de la mercancía en dinero.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico que se empleó es un diseño experimental de observación cuantitativa, para lo cual se tendrá un grupo control y otro experimental; la variable cuantitativa es el rendimiento académico calculado por pruebas internas de la institución.

En el estudio se evaluó dos grupos, cada uno de 25 estudiantes, de estrato 2, 3 y 4 del municipio de Sogamoso y su edad oscila entre 10 y 11 años, están conformados por 14 niñas y 11 niños respectivamente.

En este trabajo se observó la población objetivo valorando los conocimientos adquiridos, utilizando la plataforma de la institución y evaluando, a través de pruebas internas, los conceptos adquiridos en el área de matemática financiera.

3.1 Diseño del ambiente de aprendizaje

Se establecen los componentes básicos que intervienen en la didáctica de la educación, en la cual los actores que intervienen en el ambiente son: los estudiantes de grado sexto y profesores; la herramienta a utilizar es la plataforma de la institución donde se tomaran como herramientas el chat, foros, desarrollo de ejercicios, visualización de videos e interacción con otras páginas web relacionadas con el tema y material destinados al trabajo independiente, como se demuestra en la Figure 2 y para el componente pedagógico se utilizan los lineamientos del MEN.

Figure 2. La transposición didáctica Componentes pedagógicos Fuente [11]

Con base en los componentes pedagógicos y temáticos básicos de la EEF propuestos por el MEN para los estudiantes de grado sexto, se plantea la estructura a trabajar con el grupo experimental.

El ambiente de aprendizaje estará fundado como se muestra en la figure 3, en el cual se está trabajando con la plataforma del Colegio Reyes Patria de la ciudad de Sogamoso.

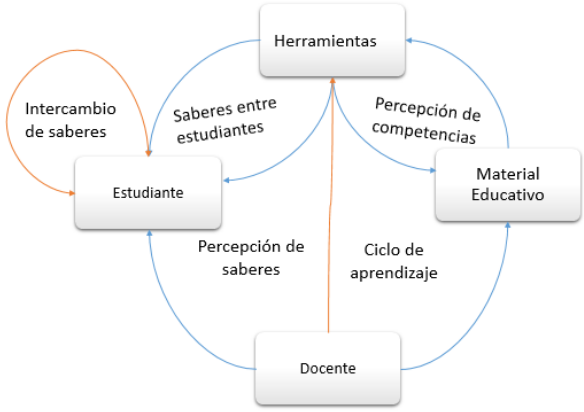


Figure 3. Ambiente de aprendizaje diseñado. Fuente: Datos del proyecto.

Las herramientas utilizadas están basadas en Foros, enlaces, Chat y los Ejercicios en Línea que complementan los saberes entre estudiantes; y el docente puede percibir el conocimiento adquirido en ella a través del desarrollo de las guías de aprendizaje y la evaluación final.

El intercambio de saberes entre estudiantes se establece en el momento de desarrollar las guías de aprendizaje trabajadas en clase con la asesoría del docente y el resultado de los foros desarrollados en la plataforma.

El material Educativo será fundamentado a partir de las competencias básicas exigidas por el MEN, y apoyados en el material que algunas entidades financieras han aportado para este fin.

El objetivo principal del Ambiente de Aprendizaje es Contribuir a la enseñanza de las competencias asignadas por el MEN para la asignatura de matemáticas financiera en estudiantes de grado sexto a través del desarrollo de ésta y con la utilización de las TIC.

3.2 Procedimientos e instrumentos

Identificación de las temáticas EEF, y demás requerimientos pedagógicos y técnicos, necesarios para la creación de un Ambiente de Aprendizaje Mediado por TIC, orientado a los estudiantes del grado sexto del colegio cooperativo reyes patria de la ciudad de Sogamoso.

Diseño de un Ambiente de Aprendizaje Mediado por TIC para la enseñanza de la EEF para estudiantes, del colegio Cooperativo Reyes Patria de la ciudad de Sogamoso, que haga uso de los recursos tecnológicos existentes en la Institución.

Aplicación y valoración del Ambiente de Aprendizaje Mediado por TIC, con la población objeto de estudio, para evaluar su eficacia en el Aprendizaje EEF y proponer mejoras.

Análisis y evaluación de resultados obtenidos en la investigación

4. CONCLUSIONES

Según las necesidades en la actualidad y los avances de la tecnología, se hace necesario incorporar las TIC en el aprendizaje como apoyo de la educación formal, por esta razón integrar estas herramientas en temáticas que hasta ahora están incursionando como lo son las EEF deberá reforzar dichos conocimientos y facilitar al docente impartir estos conocimientos.

La implementación de un ambiente de aprendizaje debe motivar al estudiante y docente en el momento de salir de su rutina diaria de tablero y marcador.

El uso de herramientas TIC deben proporcionar al estudiante el interés para indagar en nuevos conocimientos, y olvidar que cada aspecto que realiza es una valoración cuantificable.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de educación. (2013). orientaciones pedagógicas para la educación económica y financiera. Bogotá DC; Obtenido de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340033_archivo_pdf_Orientaciones_Edu_economica_financiera.pdf

[2] Ministerio de Educación. (2014). Guías Pedagógicas para la convivencia escolar. Bogota. http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-339480.html

[3] Del Brío, E., López, C. & Vereas, C. (2015). Educación financiera en la infancia. Propuesta didáctica en Educación Infantil. ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, 30(2). Enlace web: http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos - Consultada en fecha (04-10-2016

[4] López Rayón, P. y. (15 de marzo de 2016). europea. Obtenido de "Ambientes virtuales de aprendizaje": Recuperado de: http://europea.eu.int/comm/education /elearning/reso_es.pdf

[5] TOVAR, Carlos Humberto; GUTIERREZ AMADOR, Luis Fernando; PINILLA DIAZ, Blanca Ligia and PARRA MORENO, Ciro. Límites del constructivismo pedagógico. .educ. [online]. 2006, vol.9, n.1, pp.11-31. ISSN 0123-1294. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-12942006000100002

[6] Jean Michel Chaupart, M. V. (2014). El tutor, el estudiante y su nuevo rol. Guadalajara: Desarrollo de ambientes de aprendizaje en educación a distancia. Universidad de Guadalajara. Coordinación de Educación Continua, Abi. Recuperado el 2016, de http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/Rayon_Parra.pdf

[7] Angarita, M. A., Fernández, F. H., & Duarte, J. E. (2014). La didáctica y su relación con el diseño de ambientes de aprendizaje: una mirada desde la enseñanza de la evolución de la tecnología. Rev. Investigación Desarrollo e Innovación. vol.5,N°.1 Julio- Diciembre, 46-55. Recuperado de: http://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/3138

[8] OECD (2011). Guidelines on financial education at school and guidance. (s.f.). Recuperado de: http://www.oecd.org/finance/financial-education/48493142.pdf

[9]UNICEF. (2013). Educación social y financiera para la infancia. Obtenido de https://www.unicef.org/cfs/files/CFS_FinEd_Sp_Web_8_5_13.pdf

[10] Gnan, E. S. (2007). Economic and Financial Education:Concepts, Goals and Measurement. Austrian Central Bank Monetary. Recuperado de: https://ideas.repec.org/a/onb/oenbmp/y2007i3b2.htm

[11] Lucien. (1964). Elementos de Ciencia Fiscal. Barcelona, España: Bosch. Recuperado de: https://books.google.com.co/books/about/Elementos_de_ciencia_fiscal.html?id=Cm7pGAAACAAJ&redir_esc=y

[12] Ricardo David. (1959). Principios de economía política y tributación. México. México: Fondo de Cultura Económica. Recuperado de Cultura Económica. Recuperado de https://esepuba.files.wordpress.com/2009/03/david-ricardo-principios-de https://esepuba.files.wordpress.com/2009/03/david-ricardo-principios-de-economia-politica-y-tributacion-cap-1-y-2.pdf
[13] Marx Karl. (1975). El capital. Madrid, España: Siglo XXI. Recuperado de: https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/el-capital/autor/karl-marx

ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA CON TIC PARA EL MEJORAMIENTO DE HABILIDADES LECTOESCRITORAS EN ESTUDIANTES DE GRADO PRIMERO PRIMARIA, DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MAGDALENA, SOGAMOSO, BOYACÁ

ROSA NEIRA CARDOZO SÁNCHEZ
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama, Boyacá.
neiracar77@gmail.com

8. RESUMEN

En esta ponencia se reportan los avances de una investigación cuyo objetivo es el de proponer una estrategia didáctica, mediada por videos y software de acceso libre, para mejorar las competencias lectoescritoras en estudiantes de primero primaria con desempeño básico en las mismas. El problema se aborda desde el enfoque cualitativo, buscando la descripción del fenómeno a través de la caracterización de la población, que en este caso corresponde a los 34 estudiantes del grado primero pertenecientes a la institución educativa Magdalena, Sogamoso, Boyacá. El diagnóstico realizado a través de una lista de cotejos, permitió establecer que catorce estudiantes presentan desempeño básico, bajo o no lo hace, en cuanto a las competencias lectoescritoras; de ellos, se identificó a cuatro estudiantes con necesidades educativas especiales, reduciendo la población objeto de estudio a los restantes diez niños. Se presenta la estrategia didáctica y se describe la función de las herramientas TIC seleccionadas: videos del monosílabo y programa Sebran's ABC's.

Hasta el momento, la proyección de videos de mososílabo y la aplicación de cuatro actividades de Sebran's ABC's, han dado como resultado que los estudiantes muestran mayor motivación, interés, concentración y apropiación de algunas habilidades lectoescritoras constatando su eficacia en términos de progreso logrado por cada uno de ellos. El trabajo futuro consistirá en la aplicación de G-Compris, software libre, para determinar su importancia en la estrategia didáctica propuesta.

PALABRAS CLAVE:

Lectura; escritura; habilidades; mediación TIC; básica primaria.

ABSTRACT

This paper reports the advances of a research whose objective is to propose a didactic strategy, mediated by videos and free access software, to improve the literacy skills in primary students with basic performance in them. The problem is addressed from the qualitative approach, looking for the description of the phenomenon through the characterization of the population, which in this case corresponds to the 34 students of the first grade of the educational institution Magdalena, Sogamoso, Boyacá. The diagnosis made through a list of collations allowed to establish that fourteen students present basic performance, low or not, in terms of literacy skills; Of them, four students with special educational needs were identified, reducing the population under study to the remaining ten children. The didactic strategy is presented and the function of the selected ICT tools is described: videos of the monosyllable and Sebran's ABC's program.

To date, Mososyllabic video projection and the application of four Sebran's ABC activities have resulted in students showing increased motivation, interest, concentration and appropriation of some literacy skills, noting their effectiveness in terms of progress achieved by each One of the students. Future work will consist of the application of G-Compris, free software, to determine its importance in the proposed didactic strategy.

KEYWORDS:

Reading; writing; skills; TIC mediation; basic primary.

1. INTRODUCCIÓN

La lectoescritura se entiende como la adquisición de la técnica de descifrado de una palabra o texto, mediante la transcripción gráfica, utilizando las habilidades cognitivas, sensoriales y motoras que posibilitan el éxito. Algunos factores que influyen en la adquisición de la lectoescritura son: pedagógicos, madurativos, lingüísticos, físicos, sociales, emocionales e intelectuales. Los aspectos lingüísticos involucran los procesos que tiene el niño desde la niñez cuando empiezan a hablar. Los vínculos familiares, nivel de vocabulario familiar, lengua materna y lugar que ocupe la lectura en la familia, refieren a los aspectos sociales. Según: [1] Siendo está una habilidad que está relacionada con la adquisición de otros aprendizajes como: habilidades cognitivas, ejercitación, memoria, atención, percepción, concentración, comunicación, teniendo en cuenta la edad y la madurez del niño.[2]

Por lo tanto, es importante reconocer que a través de la lectura se adquiere vocabulario que es imposible obtener mediante el lenguaje oral, permite el aprendizaje independiente, potencializando su desarrollo y perspectivas personales, según [3] Para lo cual, es fundamental proponer estrategias didácticas para su hábito desde las primeras

etapas del proceso formativo. Por otro lado, la escritura es una herramienta de aprendizaje que implica la adquisición y elaboración del conocimiento, en el momento actual, es uno de los aspectos a considerar ya que en primer lugar la capacidad de escribir como dice: [4] se evidencia como una de las principales habilidades que la escuela debe favorecer; en segundo lugar, por la escritura pasa la mayor parte de la evaluación a la que el proceso escolar está sometido, de ahí que desde los primeros años de enseñanza hasta el final de la educación superior se deduce el éxito académico y la capacidad de manifestar el conocimiento por escrito.

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, y su influencia en el campo de enseñanza aprendizaje exige condiciones y competencias para docentes y estudiantes, como el dominio y valoración del nuevo sistema de visualización del conocimiento [5], las poca integración de dichas tecnologías en la enseñanza aprendizaje de la lectoescritura genera inconvenientes como: la falta de innovación y oportunidades en la intervención en el proceso lectoescritor con nuevas y mejores herramientas de aprendizaje, que permiten fomentar la interactividad, la participación, la motivación y capacitación de los docentes en la creación e implementación de diversas estrategias de enseñanza- aprendizaje, brindando la oportunidad de involucrarse en el mundo de la tecnología y la informática.

El avance de investigación aquí reportado se adelanta en la Institución Educativa Magdalena ubicada en la ciudad de Sogamoso, Boyacá, en donde hay cuatro cursos de primero primaria, pero en ninguno de ellos se están incorporando las TIC, en el proceso de lectoescritura; pocas veces se usa software especializado y el acceso a las aulas de informática es limitado. Aunque la Institución cuenta con wifi, los docentes prefieren trabajar con los recursos tradicionales como textos guía, fotocopias, cuaderno de castellano y escritura, el docente se está desempeñando con pedagogías tradicionalistas centradas en transmitir contenidos con explicaciones en el tablero y apoyo de fotocopias, promoviendo la memorización, la repetición de contenidos, el autoritarismo y la comprobación mecánica de los aprendizajes. La población objeto de estudio está compuesta por diez estudiantes que presentan dificultades en las habilidades de lectura y escritura, con edades entre seis y ocho años, con un porcentaje alto de desintegración familiar, evidenciándose un considerable número de madres cabeza de familia, de estratos 0,1 y 2, de condiciones económicas regulares y un nivel sociocultural relativamente bajo. Lo anterior afecta el rendimiento académico, demostrando poco acompañamiento en la adquisición del proceso lectoescritor de sus hijos.

A través de la experiencia y observación directa, el nivel en el que se encuentra la enseñanza aprendizaje de la lectoescritura en grado primero, en la Institución educativa mencionada, es básico porque muestran poco dominio en la práctica de la lectura y escritura, por lo tanto, no manejan la comprensión de textos, lo cual, dificulta dar significado y sentido a la lengua escrita, a los textos no verbales y la interpretación (literal, inferencial y crítica). En cuanto a producción escrita también presentan dificultades al no tener coherencia local y proposicional, coherencia lineal y secuencial, la coherencia global y macroestructural, afectando el dominio conceptual, mostrando desempeño bajo de apropiación del uso de saberes en las distintas áreas. Además, los estudiantes presentan dificultad en algunos ítems de los diecisiete planteados en el documento: DBA "Derechos básicos de aprendizaje para Lenguaje de grado primero", emanados de Ministerio de Educación Nacional, [6].

Por lo anterior, el fin de este documento es presentar el resultado del diagnóstico realizado y avance de la aplicación de la Estrategia didáctica mediada con TIC para el mejoramiento de las habilidades de lectura y escritura, en un curso de primero primaria, la introducción hace referencia al recuento de cómo surge el problema de investigación y las generalidades de la población objeto de la misma, luego se presentan las principales teorías que apoyan la investigación haciendo alusión a los conceptos de Estrategia Didáctica, competencias lectoescritoras, y diseño metodológico, después, se presentan los resultados y discusión de los avances de investigación también describe la intervención en el aula, el papel del docente como orientador con la incorporación de videos de monosílabo e inclusión del programa Sebran's ABC's. Finalmente, se presentan las conclusiones y/o recomendaciones prácticas que permitirán reflexionar acerca del trabajo docente en la educación básica en la llamada era digital.

2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

2.1 Estrategia didáctica

Para que un docente mantenga dinámico su quehacer pedagógico, es necesario que: ame su profesión, sienta la necesidad de elevar la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje, motive a sus estudiantes, contribuya al crecimiento personal de cada uno, busque alternativas que incidan en el desarrollo integral del niño, que facilite la adquisición de conocimientos, desarrollando habilidades, actitudes y en general, incrementando las capacidades o

competencias, como refiere, [7-8] define la Estrategia Didáctica "como un proceso integral que organiza y desarrolla un conjunto de acciones que se proyectan y se ponen en marcha de forma ordenada para alcanzar determinado propósito pedagógico". Las estrategias didácticas benefician directamente el rendimiento académico, y deben ajustarse a los estándares de educación y derechos básicos de aprendizaje para los diferentes grados de la educación colombiana [9]. En la llamada era digital, han aparecido diversos programas como: Sebran's ABC's y G-Compris, de acceso libre, que permiten adquirir y mejorar el proceso de la lectoescritura en los primeros años de escolaridad, pero son escasos los reportes de su aplicación en el aula [10].

2.2 Competencias lectoescritoras

La competencia lectora explora la forma como los estudiantes leen e interpretan diferentes tipos de textos. Se espera que puedan comprender tanto la información explícita como la implícita en los textos, establecer relaciones entre sus contenidos y lo que saben acerca de un determinado tema, así como realizar inferencias, sacar conclusiones y asumir posiciones argumentadas frente a los mismos. Competencia escritora se refiere a la producción de textos escritos, de manera que atiendan a los siguientes requerimientos: (a) responder a las necesidades comunicativas, es decir, si se requiere relatar, informar, exponer, solicitar o argumentar sobre un determinado tema; (b) cumplir procedimientos sistemáticos para su elaboración; y (c) utilizar los conocimientos de la persona que escribe acerca de los temas tratados, así como el funcionamiento de la lengua en las diversas situaciones comunicativas [11]. La lectoescritura es una habilidad que está relacionada con la adquisición de otros aprendizajes como: habilidades cognitivas, ejercitación, memoria, atención, percepción, concentración y comunicación, teniendo en cuenta la edad y madurez del niño [2]. Para ello, se establecen cuatro variables: caligrafía, redacción, lectura oral y lectura comprensiva.

2.3 Diseño Metodológico

La presente investigación se enmarca en un enfoque cualitativo que permite el desarrollo de forma progresiva lo que obliga a estudiar la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. La investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales como: entrevista, experiencia personal, historias de vida, observaciones, textos históricos, imágenes, sonidos; que describen la rutina, las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas". Se incorporan hallazgos que no se habían previsto, además el investigador participa a través de la interacción con los sujetos, quienes son el instrumento de medida. [12]

La Institución Educativa Magdalena de carácter oficial, en la ciudad de Sogamoso, Boyacá; ofrece el servicio de educación en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media vocacional con énfasis en Sistemas y Administración, en jornada mañana, tarde y noche. Cuenta con aproximadamente 650 estudiantes de educación básica y 700 de bachillerato, en su mayoría son familias muy diversas, de estrato uno y dos, con bajo nivel de escolaridad y muy poco manejo de los computadores. La población objeto de estudio corresponde a diez estudiantes de grado primero de primaria, jornada mañana, su edad oscila entre cinco y ocho años, donde seis son hombres y cuatro mujeres. La Estrategia didáctica mediada con TIC para el mejoramiento de habilidades lectoescritoras en estudiantes de grado primero primaria, se desarrolló con una intensidad horaria de tres horas semanales por un lapso de tres meses del segundo bimestre del año 2016, en la jornada de la mañana. Esta investigación se desarrolla a través de cinco fases, descritas a continuación:

- Búsqueda documental para seleccionar los softwares que se usan en la estrategia didáctica para el mejoramiento de las habilidades de lectura y escritura en grado primero.

- Aplicar una prueba diagnóstica que permita detectar cómo se encuentran los 34 estudiantes en cuanto a habilidades lectoescritoras y conformar el grupo experimental que permita medir la utilidad de la estrategia didáctica.

- A partir de los resultados se diseñará la estrategia didáctica teniendo en cuenta la selección de los videos y softwares a ser utilizados, acordes con la edad y desarrollo cognitivo de los estudiantes.

- Implementar la secuencia didáctica, registrando los avances de los estudiantes a través de un listado de indicadores de competencia y seguimiento de caligrafía, redacción o expresión escrita, lectura oral y lectura comprensiva.

- Sistematizar y analizar la experiencia pedagógica para validar su utilidad y proponer mejoras y/o correctivos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica aplicada a los treinta y cuatro estudiantes permitió observar que catorce de ellos presentaron desempeño básico, bajo o no lo hace en los procesos de caligrafía, redacción, lectura oral y lectura comprensiva. Como muestra la Table 1.

Tabla 8. Variables e indicadores.

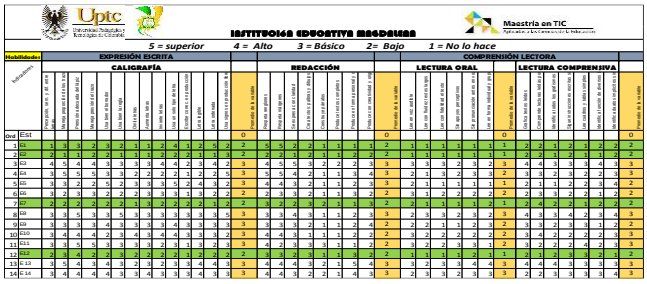
La tabla está organizada en cuatro secciones definidas para el estudio como variables, la primera, corresponde a caligrafía compuesta por catorce indicadores que dan cuenta de cómo los estudiantes van desarrollando su proceso de escritura en cuanto a forma, dichos indicadores permiten que el docente clasifique o valore los avances que el estudiante va mostrando a través de los diferentes ejercicios de escritura, buscando estimular y adquirir la habilidad motriz manejando la proporción, direccionalidad de los trazos y ubicación espacial de los mismos y con ello, la organización de sus primeros escritos de manera ordenada, legible y armoniosa a la vista de los demás para comunicar de manera adecuada sus ideas o sentimientos desarrollando así, una parte de la habilidad de expresión escrita. Para complementar dicha habilidad, la Table 1 muestra en la segunda sección ocho indicadores que respaldan la variable redacción, aquí se le valora al estudiante, la ubicación dentro de parámetros específicos como son respeto del renglón y la margen, escribe con claridad las letras, palabras, párrafos y dibujos, discriminando las letras que suben y bajan; y así manifestar de forma escrita, la creatividad, originalidad, individual y colectivamente.

La tercera y cuarta sección determinan la habilidad comprensión lectora a través de dos variables: lectura oral con seis indicadores que permiten valorar el progreso del estudiante en cuanto a lectura, cómo interpreta y grafica las letras discriminando los sonidos, usando en ocasiones lápiz, regla, dedo índice o imágenes que vienen acompañando los textos, formas u objetos como ayuda perceptiva y así mantener la visión e interpretación de las palabras o renglones que va leyendo y así estimular la habilidad de lectura de forma fluida, fiel y sin pronunciación antes en voz baja que demuestra inseguridad. La última sección de la Table 1 muestra la variable de lectura comprensiva con siete indicadores que facilitan medir el progreso en la decodificación de las palabras escritas para transformarlas en sonidos propios del lenguaje oral o graficar lo que ha leído o han leído otros, posibilitando a los estudiantes fortalecer la actividad intellectual.

Ahora bien, en la Table 2 que presenta los promedios de las variables en estudio, lectura oral muestra que cuatro estudiantes obtuvieron desempeño "No lo hace", al no leer con voz audible, no identificar los grafemas y con menos razón interpretar palabras u oraciones simples, al no reconocer las grafías hace difícil el acto de leer, en ocasiones solo observan imágenes y expresan lo que ven allí, algunos ni silabean, cambian letras y palabras, se pierden en el texto y pronuncian primero en voz baja demostrando inseguridad y poca habilidad. Dichos estudiantes han mostrado bajo rendimiento académico en las otras áreas del conocimiento, por tanto, se recurrió a la información de los

cuestionarios aplicados a los padres de familia y se evidenció que ellos han tenido alguna dificultad desde la gestación, alumbramiento o sus primeros años de vida, lo cual indica que requieren de procesos de enseñanza-aprendizaje especializados y sus promedios de desempeño sesgarían los datos para el fin de este estudio. Por lo tanto, el grupo experimental estará conformado por diez estudiantes, representados en la Figure 1.

Tabla 2: Seguimiento a la lectoescritura (cotejo).



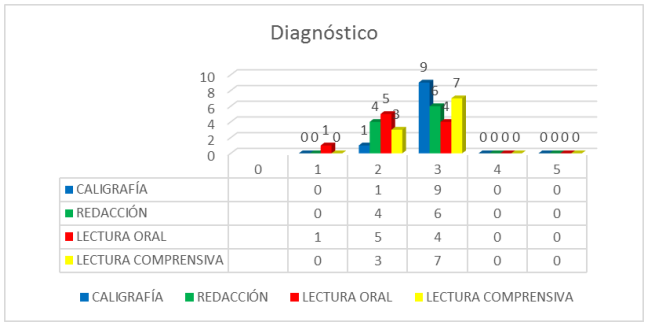


Figura 1. Frecuencia de habilidades lectoescritoras.

La variable "caligrafía" presenta nueve estudiantes en desempeño básico, en donde se valora la percepción, semejanza y diferencia entre letras, manejo de presión en el trazo, presión adecuada del lápiz, usa un solo tipo de letra, letra legible y ordenada, buen uso del borrador y la regla. Dichos indicadores se han trabajado arduamente con el aprestamiento realizado en el grado preescolar, con actividades que estimulan el desarrollo de la motricidad fina para incursionar en el mundo de la escritura. La variable "redacción", muestra una frecuencia promedio de cuatro estudiantes con desempeño bajo en creación de textos, palabras y dibujos; poca construcción de párrafos, producción de textos completos, creatividad y producción personal y colectiva. Quizá por el hecho de restringir el uso de las variadas herramientas audiovisuales que existen en la actualidad y que, a pesar de no requerir de internet siguen estando sin darles el valor y utilidad correspondiente. Con respecto a los indicadores de respetar renglones y márgenes, no poseen relevancia como el sentido de los trazos.

Algo similar ocurre con los resultados que muestra la variable "Lectura comprensiva" al mostrar una frecuencia promedio de cinco estudiantes en desempeño bajo y básico, ya que se les dificulta graficar los textos leídos e identificar algunos grafismos, por tanto es difícil leer y comprender lo que observan, mostrado poco dominio del sonido de las consonantes y más aún combinadas con el sonido de las vocales, en ocasiones relacionan textos escritos con imágenes, pero no siguen instrucciones escritas simples, realizaron escasas anticipaciones acerca de lo que leen, no leen cuadros o tablas simples y algunos identifican datos implícitos simples. Solamente hacen algunas anticipaciones guiándose por señales externas sin expresar qué pasaría si cambiamos algún hecho, nombres, lugares, fechas, personajes y acciones. Es de notar que la variable "lectura oral" muestra una frecuencia de un estudiante en desempeño No lo hace, quien presenta dificultades visuales y de lenguaje que requiere de más tiempo y refuerzo de las temáticas trabajadas, aunque muestra gran habilidad de motricidad fina al copiar, representar y graficar lo que quiere comunicar.

3.2 ESTRATEGIA DIDÁCTICA

3.2.1. Motivación.

Este trabajo se desarrolla a través de la proyección de videos de la herramienta virtual "monosílabo" que permite adentrarlos en nuevos aprendizajes, que, para el caso, también servirán como refuerzo de fonemas y grafías, lectura de sílabas, palabras y frases sencillas.

3.2.2 Ejercitación.

El uso de este recurso audiovisual en las cuatro sesiones trabajadas hasta ahora, permiten reportar hallazgos como la sorpresa, agrado e interés por aprender con la novedad en la clase y más aún cuando se les comunica que reforzaran el conocimiento con trabajo interactivo a través del computador y con actividades del programa Sebran's ABC's. En el momento de realizar dictado y lectura se valora la cantidad y calidad de palabras escritas según la consonante y/o sílabas que se estén trabajando.

3.2.3 Aplicación, refuerzo y evaluación.

El desempeño se registra en la Table 2 promedio de variables, valorando cada uno de indicadores de las variables, en cuanto a lectura se toma la participación e interacción con los videos y las actividades del software que permitieron identificar y valorar algunos indicadores. También se realizan dictados que permiten valorar los indicadores correspondientes a la variable caligrafía y redacción.

Por lo anterior, corresponde al docente introducir las opciones en el momento oportuno y en este caso la Estrategia didáctica mediada con TIC para el mejoramiento de habilidades lectoescritoras en estudiantes de grado primero primaria que propone un diseño didáctico Figure 2, basado en tres momentos de la clase, según [14]:

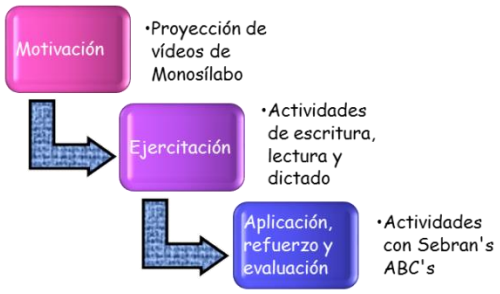


Figura 2. Metodología de Actividades Fuente: Datos del proyecto

3.3. **Trabajo con monosílabo y software Sebran's ABC's**

Al finalizar las cuatro primeras actividades de la Estrategia didáctica, se realizó la tabulación de los desempeños alcanzados por los estudiantes en los indicadores de las variables, se presentan los porcentajes en la Figure 3.

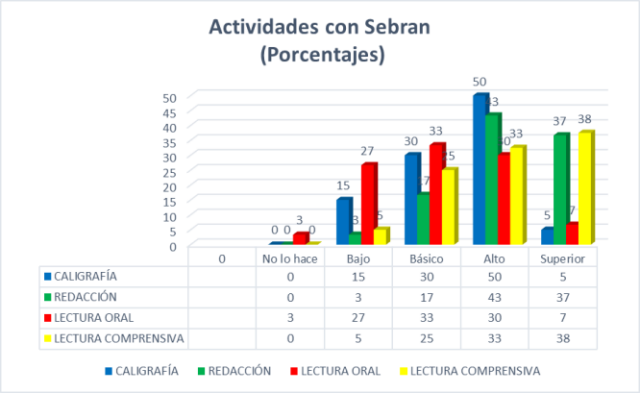


Figura 3. Porcentaje de variables Actividades con Sebran's ABC's Fuente: Datos del proyecto

Se inicia cada una de las cuatro sesiones con la proyección de videos de monosílabo con el fin de reforzar silabas con *m* y *p*, video *bla, ble, bli, blo, blu*, video canción del abecedario, canción de *r* y *rr* y el vídeo *sa, se, si, so, su*.

Los estudiantes muestran interés por cantar, querer leer las palabras y frases que se presentan los videos, las cuales se van resaltando en color amarillo simultáneamente con el audio, para lo cual el docente pausa el video y permite la lectura individual y grupal, esta acción pedagógica permite valorar el mejoramiento que va demostrando el estudiante en el desarrollo de las habilidades lectoescritoras. Al finalizar la proyección de los videos, se realiza una explicación de cómo ingresar a cada una de las actividades del software Sebran's ABC's: Elige un dibujo, primera letra, memoria de palabras y lluvia abc y de letras. La interacción con el software permitió que los estudiantes mostraran mayor apropiación de los sonidos y grafías esfuerzo por leer las palabras, reconocer las letras y activar la memoria para continuar jugando o interactuando en cada nivel o exigencia de cada actividad. Se realizan algunos dictados con palabras y frases presentadas en alguna de las dos herramientas utilizadas.

No todas las actividades consiguieron abarcar las cuatro variables. Sin embargo, permitieron medir algunos de los indicadores de las mismas, algunas de ellas, no tienen límite de tiempo, otras cuentan con aciertos y desaciertos, retroalimentando con carita feliz verde o roja si el estudiante fallo, por tanto, son actividades de refuerzo de lectura relacionado con imágenes o ayudas perceptivas, pero que han logrado el objetivo: Mejorar las habilidades de lectura y escritura mediadas con TIC.

La Figure 3 presenta un avance importante con respecto a la Figure 1, ya que los porcentajes de las variables muestran un aumento de 30 % en el promedio en desempeño alto y superior, que anteriormente mostraba un 0%. Con respecto a la variable "caligrafía" se observa que 45 % de los estudiantes, permanecen en desempeño básico y bajo, y un 55% mejoraron su desempeño a superior y alto. La variable "Redacción" también elevó el porcentaje ya que, al promediar, resulta que un 80% de los estudiantes tomaron dictados con menos equivocaciones o confusión de letras, lo cual favore al mejoramiento de las habilidades escritoras y por ende el rendimiento académico de los estudiantes como concluyó [9]. La variable "lectura oral" muestra poca superación de dificualtades ya que se evidencia tan solo un aumento del 37 % en desempeño "alto y superior" manteniendo un porcentaje de 63% en desempeño "Básico, bajo y no lo hace", aún presentan dificultad para producir los sonidos que representan algunas letras y combinaciones, leer palabras y oraciones sencillas completas. Sin embargo, las herramientas Tic utilizadas hasta ahora han permitido mejorar en la variable "Comprensión lectora" ya que el material audiovisual "videos de monosílabo", la musicalidad, las imágenes, los colores, los personajes que presentan, el estar en otro lugar diferente al aula de clase hacen que los estudiante centren la atención y refuercen los sonidos y grafías a través de las actividades: memoria de palabras, primera letra y Lluvia abc y de letras del software Sebran's ABC's, comprendiendo mejor lo que leen, arrojando un 70 % de favorabilidad en dicha variable, por consiguiente, el rol del docente y el progreso de los estudiantes se evidencia con más severidad mejorando los procesos de evaluación y apropiación del conocimiento a través de la estrategia planteada.

Entre ellos se generó el aprendizaje colaborativo ya que mostraron mayor dominio del conocimiento y el manejo de los computadores, ayudaron a sus compañeros que con temor experimentaron nuevas formas de aprender o titubearon en la lectura de las palabras y frases. Cabe resaltar aquí que un 60% de los estudiantes del grupo experimental no tienen computador ni Tablet en sus casas, según datos de las encuestas realizadas a padres de familia y estudiantes, por tanto, la experiencia para ellos ha sido significativa.

4. CONCLUSIONES

Los resultados del diagnóstico evidencian que se requiere otras formas de enseñar y aprender, es necesario motivar a los estudiantes y docentes a participar en la construcción del conocimiento, la interacción y el avance progresivo en los actos de leer y escribir a través de herramientas tecnológicas que se encuentran en desuso.

Con respecto al grupo experimental inicial de catorce estudiantes, los cuatro que obtuvieron desempeño "No lo hace" en la gran mayoría de los indicadores, requieren la intervención de un docente de apoyo especializado para crear alternativas de aprendizaje ya que se clasificarían en población de inclusión con necesidades educativas especiales.

Las herramientas TIC propuestas en la Estrategia Didáctica para el mejoramiento de habilidades lectoescritoras en estudiantes de grado primero primaria, como videos de Monosílabo y Sebran's ABC's, permiten disminuir las falencias que los niños y niñas presentan, optimizando el proceso de enseñanza- aprendizaje, fortaleciendo el uso de tecnologías y por ende el ambito educativo, social y cultutal de los educandos.

El trabajo futuro estará encaminado comparar los resultados al finalizar la aplicación de las actividades propuestas en la Estrategia didáctica, con la tabla 1. seguimiento a la lectoescritura (cotejo). Lo que permitirá enriquecer los aportes, conclusiones y recomendaciones que puedan contribuir al incremento de las habilidades lectoescritoras pertinentes a grado primero según los derechos básicos de aprendizaje.

REFERENCIAS

[1] Benavides-León, E. L (2014). Estudio comparativo de la aplicación del método fonético para la adquisición de la lectoescritura en niños y niñas de 4-5 años del Colegio ISM. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sede Sangolquí. Recuperado de: http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8961

[2] Bernal- Pinzón, M. L., (2017) ¿qué escriben los niños? una mirada desde el modelo escuela nueva. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 7 (2). doi:https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6069.

[3] Gómez, L. F. (2008). El desarrollo de la competencia lectora en los primeros grados de primaria. Revista latinoamericana de estudios educativos, 38(3), 95-126. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27012440005

[4] Valenzuela-Taracena, L. (2016). Estrategias didácticas para promover el interés por la lectura en los estudiantes de primer grado grupo "A" de primaria del Instituto Soledad Acevedo de los Reyes (Doctoral dissertation). Disponible en: https://hdl.handle.net/20.50011972/872

[5] Torres-Ortiz, J. A., & Duarte, J. E. (2016). Los procesos pedagógicos administrativos y los aspectos socio-culturales de inclusión y tecno-pedagogía a través de las tendencias pedagógicas en educación a distancia y virtual. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6 (2), 179–190. doi: 10.19053/20278306.4606

[6] Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2015). Derechos básicos de aprendizaje.Disponible en: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_genera_dba.pdf

[7] Angarita-Velandia, M. A., Fernández-Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2011). Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2 (1), 35-43. Recuperado de: http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/1307

[8] Salazar, S. F. (2012). El conocimiento pedagógico del contenido como modelo de mediación docente. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural (CECC/SICA).55. Disponible en: https://issuu.com/ceccsica/docs/volumen_55__final_10-5___3_

[9] Angarita-Velandia, M. A., Fernández-Morales, F. H. & Duarte, J. E. (2014). La didáctica y su relación con el diseño de ambientes de aprendizaje: una mirada desde la enseñanza de la evolución de la tecnología. Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación, 5(1), 46–55. Doi: https://doi.org/10.19053/20278306.3138

[10] Garcés-Prettel, M., & Ruiz-Cantillo, R. (2016). Integración pedagógica de la tecnología informática en instituciones educativas oficiales de Cartagena de indias (Colombia). Saber Ciencia Y Libertad, 11(1), 175-186. doi: http://dx.doi.org/10.22525/sabcliber2016v11n1.184

[11] Ministerio de Educación Nacional. (2016). Saber 5°, Lineamientos curriculares para la aplicación muestral y censal 2016. Guía 5. Disponible en: http://www.icfes.gov.co/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/pruebas-saber-3579/documentos/guias/2365-guia-5-lineamientos-para-las-aplicaciones-muestral-y-censal-2016/file?force-download=1

[12] Olabuénaga, J. I. R. (2012). Metodología de la investigación cualitativa (Vol. 15). Universidad de Deusto. Disponible en: https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=WdaAt6ogAykC&oi=fnd&pg=PA9&dq=+Taylor-Bogdan,+1984.+La+investigaci%C3%B3n+cualitativa+&ots=sGn49Fx5LW&sig=EcCM6zZOPNibvKANIULmhAi_9XE

[13] Romero, M. L. (2000). El aprendizaje de la lecto- escritura. Fe y alegría, 117. Disponible en: http://www.feyalegria.org/images/acrobat/Aprendizaje_Lectoescritura_5317.pdf

[14] Díaz-Barriga, A & Hernández,G. . (2002) Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: una interpretación constructivista. .2. México:Mc Graw Hill. pp. 69-112.Disponible en: http://dip.una.edu.ve/mpe/025disenoinstruccional/lecturas/Unidad_III/EstratDocParaUnAprendSignif.pdf

DONAVIDA: A TECHNOLOGICAL TOOL FOR THE GEOLOCALIZATION OF BLOOD DONORS AND HUMAN ORGANS
UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DE DONANTES DE SANGRE Y ÓRGANOS HUMANOS

MARIA JOSE PLATA-JACOME, LUIS FERNANDO MORALES-MARTINEZ, TORCOROMA VELÁSQUEZ PÉREZ
Grupo de Investigación GITYD, Universidad Francisco de Paula Santander
mjplataj@ufpso.edu.co, lfmoralesm@ufpso.edu.co,tvelasquezp@ufpso.edu.co).

RESUMEN
En la actualidad, las herramientas tecnológicas fungen como un excelente medio de solución de diversas problemáticas; diariamente muchos entornos de la vida cotidiana de las personas necesitan el apoyo de alguna clase de tecnología, como es el caso del uso de aplicaciones web. En el mercado global existe una gran variedad de tecnología de la información (TI), que provee a muchos usuarios de información fidedigna e importante para la realización de sus actividades. Mediante esta publicación se pretende dar a conocer el trabajo realizado por algunos investigadores, acerca de aplicativos que ayudan a mejorar los procesos del área de la salud, tomando como ejemplo el proyecto denominado DONAVIDA, el cual tiene como objetivo la creación de una herramienta para administrar y gestionar información relevante acerca de la sangre y los órganos humanos; adaptable a cualquier tipo de dispositivo. Hoy en día se torna difícil el proceso de localización de algún tipo de donante de alguno de los mencionados anteriormente (Sangre u Órganos), ya que no existe una cultura adecuada para dicho procedimiento y algunos aspectos legales en cada nación complican aún más la situación. A continuación en el contenido de este documento se redacta a mayor detalle los resultados de la investigación.

PALABRAS CLAVES

Donación, sangre, geo-localizador, órganos, aplicativo web, TI.

ABSTRACT

At present, Technological tools serve as an excellent means of solving various problems; Daily many environments of people's daily life need the support of some type of technology, as is the case of the use of web applications. In the global market there is a wide variety of information technology (IT), which provides many users with reliable and important information for their activities. This publication is intended to make known the work done by some researchers, About applications that help improve health area processes, Taking as an example the project called DONAVIDA, Its aim is to create a tool to manage relevant information on blood and human organs; Adaptable to any type of device. Nowadays it becomes difficult the process of locating some type of donor of any of those mentioned above (blood or organs), because there is no proper culture for that procedure and some legal aspects in each nation complicate the situation even more. The results of the research are further elaborated in the contents of this document.

KEYWORDS

Donation, blood, geo-locator, organs, web application, IT.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la donación de sangre y órganos humanos se ha convertido en un tema de interés social. La idea de ayudar a personas que estén en estados críticos que atenten contra su salud se ha convertido en una acción altruista, que motiva a los investigadores a realizar prácticas que satisfagan las necesidades de los objetos de estudios (Plata, Velásquez & Morales, 2016). La sangre y los órganos son un componente de uso terapéutico para muchos eventos que pueden solicitar manejo de oxígeno, compensación de volumen, entre otras, de ahí la importancia de la existencia de bancos de sangre y órganos, que sean seguros, asequibles, sanos y oportunos; que satisfaga las

necesidades de toda la población de pacientes que en la actualidad la requieran. El abastecimiento y buena parte de la seguridad de la sangre y de los órganos dependen de donaciones voluntarias y habituales. Sin embargo, obtener sangre u órganos a través de donaciones a través de estas prácticas requiere de una serie de procesos y reconocimientos que superan los aspectos técnicos de la obtención de los mismos, entre los que se encuentran la libertad de dona, la motivación, el reconocimiento social, comprensión del procedimiento y sus implicaciones para el donante y para la salud del posible receptor de la sangre; conocimiento tal, que debe permitir una donación libre, solidaria, voluntaria y en especial motivada a proteger su salud y la del receptor (Plata et al).

Actualmente hay muchas personas que requieren de una grata ayuda, pero las disposiciones que se encuentran para los casos son de mediana dimensión. La donación de sangres y órganos humanos no gozan del uso de Tecnologías de la Información, enfocadas hacia el acceso rápido, flexible y sencillo. Esta investigación se planteó con el objetivo de proponer una solución innovadora, que busque proteger los factores de vida de las personas. A continuación se encontrará a mayor detalle información sobre la misma (Plata et al).

2. METODOLOGÍA

Los múltiples estudios realizados demuestran que para el desarrollo y elaboración de todo proyecto es indispensable definir la metodología investigativa, con la cual se podrá ordenar y orientar la ejecución de la actividad a realizar. Por lo tanto:

Es importante basarse de hechos que brinden una información específica de la realidad que es posible explicar (Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. 2014), por tal motivo el uso del "Enfoque cuantitativo."

El desarrollo de esta investigación se ha llevado a cabo haciendo uso de un "Alcance descriptivo", con el cual se logra analizar a detalle las características del objeto de estudio. (Sampieri, et al).

Mencionado lo anterior se tuvo en cuenta lo siguiente:

Participantes: Personas relacionadas con el objeto de estudio como: pacientes, familiares de los pacientes, trabajadores de la Organizaciones de la salud, personas donantes, etc.

Instrumentos: Se utilizaron técnicas para recolección de la información como: entrevistas y la observación directa.

Procedimiento: la investigación se subdividido en varias fases como: planeación de actividades, estudio de la situación actual, elaboración de diseños, codificación y pruebas del sistema.

3. RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Para el desarrollo de un aplicativo como DONAVIDA se debe tener en cuenta los aspectos que consideran organizaciones de la salud en Colombia y del mundo. Actualmente estas organizaciones tienen como necesidad la mejora de sus procedimientos, es el caso de la donación de sangre y órganos humanos, una actividad que presenta diversas problemáticas que atenta contra la vida de muchos pacientes.

Entre estas problemáticas se destacan la complejidad para encontrar personas dispuestas a contribuir con la donación, la falta de sensibilización frente a la temática donante, los niveles bajos de abastecimiento en los bancos de sangre y órganos humanos, la necesidad de relacionar a donantes con procedimientos de donación de forma segura y rápida bajo estructura de información centralizada y los gastos realizados por los familiares en el momento de encontrar al donante, generando pérdida de tiempo, crucial para la vida de las personas en estado crítico.

DONACION DE SANGRE

Es importante destacar que la sangre es un líquido vital que nutre a los órganos y tejidos del cuerpo humano, la cual está constituida por un 45% de células, como lo son los glóbulos rojos y plaquetas, y un 55% de plasma, que hace referencia a la parte liquida. Existen 8 tipos de sangre alrededor del planeta, como los son A+,A-,O+,-,B+-B-,AB-,AB+, cada uno con su Rh correspondiente, ya sea negativo o positivo. (ACOBASMET, 2015).

Con lo mencionado anteriormente, se afirma que por cada donante de sangre se salvan tres vidas, ya que este recurso está compuesto por hemo - componentes (glóbulos rojos, glóbulos blancos o plaquetas y el plasma), cada uno cumple una función en nuestro organismo.

Los investigadores han destacado una nueva tendencia a la hora de realizar esta actividad altruista, la cual es denominada como donación por aféresis. Se trata del procedimiento por el cual se extraen componentes específicos

de la sangre retornando al donante los demás que no se requiera en el momento. La duración de la extracción depende del componente a donar. (ACOBASMET, 2015).

Hoy en día nuestro país Colombia, cuenta con 84 bancos públicos, privados y hospitalarios de sangre con atención diaria, pero las cifras de donaciones son lamentables, debido a la falta de cultura y conocimiento de esta actividad.

DONACION DE ORGANOS

Cualquier colombiano que en vida no haya expresado por escrito su negativo a donar órganos es un potencial donador, ley 1805 de 2016, (Portal web Servicio Andaluz de salud, 2016).

Las investigaciones realizadas permitieron destacar y conocer antecedentes de aplicaciones similares a la desarrollada DONAVIDA.

APLICACIONES WEB

DONAVIDA considera un estructuración basada en los paradigmas de un una aplicación Web. Una aplicación de estas características es un sitio que contiene páginas con contenido sin determinar, parcialmente o en su totalidad. El contenido final de una página se determina sólo cuando el usuario solicita una página del servidor Web. Dado que el contenido final de la página varía de una petición a otra en función de las acciones del visitante, este tipo de página se denomina página dinámica. Las aplicaciones Web se crean en respuesta a diversas necesidades o problemas (Gauchat, 2012).

Los diseños hacen uso de las concepciones de HTML5. Este es un nuevo concepto para la construcción de sitios web y aplicaciones en una era que combina dispositivos móviles, computación en la nube y trabajos en red (Gauchat et al).

API DE GOOGLE

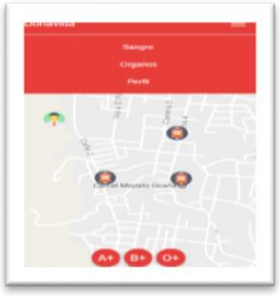


Grafico 1: Uso de la API de Google

El grafico 1 nos enseña a DONAVIA haciendo uso de la Api de google, DONAVIDA utilizará la API Google como herramienta de ubicación del posible donante, el entorno Google maps también ejerce como GPS, el cual puede indicar la dirección a tomar de un camino a un lugar, teniendo en cuenta también como nos estemos desplazando. (GoogleCompany, 2016).

REQUERIMIENTOS

Las investigaciones realizadas demuestran que los requerimientos funcionales y no funcionales son atributos necesarios dentro de un sistema, los cuales representan un factor de calidad que debe ser útil a los clientes o usuarios finales (Plata et al).

A continuación en la tabla 1, se describen algunos de los requisitos considerados para el aplicativo DONAVIDA se han considerado los siguientes requisitos:

Tabla 1: Requisitos

FUNCIONALES	NO FUNCIONALES
El aplicativo debe contener un módulo que permita la localización rápida de donantes.	**El aplicativo debe ser diseñado utilizando colores referentes a la salud y la donación.**
El aplicativo de contener un módulo para la administración de los perfiles de usuario.	**El aplicativo debe soportar los navegadores: Chrome, opera y Mozilla.**
El aplicativo debe permitir realizar la encuesta preliminar de donación.	**El aplicativo debe estar disponible producto de un fallo en un tiempo posterior de 10 minutos.**
El aplicativo debe comunicar al posible donante que existe una solicitud de donación.	**El aplicativo debe ser usable e interactivo para el usuario.**
El aplicativo debe informar a los usuarios acerca de los beneficios y mitos de la donación.	

DONAVIDA

Es un aplicativo web, que permite geolocalizar a donantes de sangre y órganos humanos de una forma rápida y segura, aportando una información centralizada de personas dispuestas a contribuir a esta buena causa, contiene la encuesta para saber si el donante es acto o no para realizar esta actividad, ubica el centro hospitalario o banco de sangre más cercano y diariamente te ofrece notificaciones para obtener más conocimientos acerca de la donación y así desechar mitos.(Velasquez, A., Plata, M.,2016).

Es importante que los usuarios lleven consigo una guía que les sirva como ayuda para que el manejo de la aplicación sea más fácil, intuitiva y práctica.

A continuación en la tabla 2, se hace referencia de los impactos esperados a partir del uso de resultados:

Tabla 2: Impactos esperados

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto: corto (1-4), mediano (5-9), largo (10 o más)
Aumentar el número de donantes de sangre y órganos humanos.	Corto(3)
Aumentar las posibilidades de vida de los pacientes relacionados con donaciones.	Corto(4)
Motivar a las personas a usar el aplicativo DONAVIDA, como herramienta de fácil acceso a donantes dentro del sistema de la salud.	Corto(1)

4.CONCLUSIONES

El estudio realizado determinar que la implementación de una aplicación móvil facilita las donaciones de sangre y órganos humano, además de esta manera se fomentará el hábito de donación.

Las aplicaciones web deben considerar las características del entorno de ejecución de la aplicación, para garantizar el correcto funcionamiento de la misma. Las aplicaciones web pueden ayudar a solventar los problemas con respecto a la donación de sangre y de órganos, siendo que se prestan como herramientas interactivas de uso de las personas.

Una aplicación como DONAVIDA, ayudará a mejorar la calidad vida de las personas, ya que aumentará las probabilidades de una posible donación para aquel paciente que lo requiera.

AGRADECIMIENTOS

Mediante el presente, se expresa de manera formal agradecimientos a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y a las organizaciones de la salud, las cuales han brindado su apoyo, como aspecto fundamental para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

[1] ACOBASMET. (2015). Lo rico que siente. Bogotá, Colombia. Página web. Recuperado de: http://www.loricoquesesiente.com/ [2]

[2] Gauchat, J. (2012). El gran libro de HTML5, CSS3 Y JavaScript. (1ra . Ed.). Barcelona, España: Marcombo.

[3] GoogleCompany. (2016). Google maps api. California, Estados Unidos. Recuperado de: https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial?hl=es-419

[4] Plata J. María José, Velásquez B. Andrés Mauricio, Morales M. Luis Fernando (2016), Donavida: Diseño de un aplicativo, para la geolocalización de donantes de sangre y órganos humanos, Proyecto de Investigación (Grupo GITYD), UFPS Ocaña.

[5] Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.

[6] Portal web Servicio Andaluz de salud, (2016), Centro de Transfusión, Tejidos y Células de Córdoba, córdoba España.

MODELOS Y ESTANDARES DE SEGURIDAD: INFORMACIÓN QUE FLUYE DE FORMA SEGURA EN LAS ORGANIZACIONES

LUIS FERNANDO MORALES-MARTINEZ
Universidad Francisco de Paula Santander
lfmoralesm@ufpso.edu.co

EDWIN BARRIENTOS-AVENDAÑO
Universidad Francisco de Paula Santander
ebarrientos@ufpso.edu.co

TORCOROMA VELÁSQUEZ PÉREZ
Universidad Francisco de Paula Santander
tvelasquezp@ufpso.edu.co

RESUMEN

Con el objetivo de comprender la importancia de utilizar o proponer Modelos y Estándares de Seguridad que aseguren la infraestructura de TI en las organizaciones y sumergirnos en los paradigmas que ilustren información relevante de la acción y deber ser de las actividades que se desarrollan, se realizó una investigación enfocada en la revisión de bases de datos bibliográficas; indagando acerca técnicas y metodologías para la transmisión de información de forma segura. Este documento describe el conocimiento de algunos entes (autores) que han explorado y explicado instrumentos relevantes para la seguridad informática; la investigación arrojo datos importantes de los principales atributos que forman estas técnicas y metodologías. Durante el desarrollo de las actividades fue primordial focalizar los esfuerzos hacia la elaboración de un esquema comparativo, que exhibe las bondades y distintivos en cada uno de los instrumentos estudiados. A continuación en el contenido de este artículo se expone a mayor detalle los diversos casos encontrados.

PALABRAS CLAVES

Seguridad, Modelos, Estándares, Criptografía, Normativas, Política, Controles.

ABSTRACT

In order to understand the importance of using or proposing Security Models and Standards that ensure the IT infrastructure in organizations and immerse ourselves in the paradigms that illustrate relevant information of the action and should be of the activities that are developed, an investigation was carried out focused on the revision of bibliographic databases; inquiring about techniques and methodologies for the transmission of information in a safe way. This document describes the knowledge of some entities (authors) that have explored and explained relevant tools for computer security, the research yielded important data of the main attributes that form these techniques and methodologies. During the development of the activities it was essential to focus the efforts towards the elaboration of a comparative scheme, which exhibits the benefits and distinctions in each of the instruments studied. Then the content of this article is exposed in greater detail the various cases found.

KEYWORDS

Security, Models, Standards, Cryptography, Regulations, Politics, Controls.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente las organizaciones estipulan la necesidad de mantener la información asegurada y clasificada; los expertos recomiendan establecer unos niveles de seguridad de acuerdo a las tipificaciones establecidas para toda clase de información. Algunas sugerencias de órganos dedicados a la seguridad de la información, como es el caso del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) , plantean que es necesario establecer un modelo de

seguridad para toda organización; algunas investigaciones logran determinar que así se haga uso metodologías o normas como la ISO 27001, estas no logran liderar de forma eficiente la gestión de las Tecnologías de la Información (TI) en los entornos organizacionales; las metodologías y normas como la que se mencionó anteriormente no predisponen un modelo a seguir, y de cierta forma no cobijan todos los niveles de clasificación que se deben establecer para toda información; estas generan flexibilidad a cada organización para que adopte los controles de seguridad que crean conveniente en función de su industria. Los investigadores han logrado evidenciar que de acuerdo al tamaño de toda organización y basados en criterios y medios de comunicación, la información se puede clasificar de manera general en información Confidencial, Restringida, De uso interno y Público(Abril, A., Pulido, J., & Bohada, J. A. ,2014), pero por otro lado también observaron que la premisa de evaluar los riesgos y considerar el valor para la información tratada depende del propietario de esta, él es responsable de caracterizarla y clasificarla, para así establecer los niveles de seguridad adecuados.

Hoy en día existen distintas maneras de lograr asegurar los activos tecnológicos, pero estos deben estar óptimamente configurados y se debe certificar que los usuarios del sistema interfieran y accedan a los datos siempre y cuando cumplan con los permisos apropiados para la determinada acción. La alta dirección en cualquier tipo de organización debe estipular profesionales especializados para que lideren un proceso de aseguramiento del activo "La Información", con el fin establecer los protocolos que garanticen la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los datos (Maldonado, G. B., & Cano, J. A. O, 2014); Los expertos deben desarrollar técnicas que ejecuten actividades de forma práctica, acertada y eficiente. Los avances tecnológicos, permiten que en la actualidad, la información se transmita de forma casi segura disminuyendo el riesgo de ser comprometida, pero hay que tener en cuenta que existe una serie de agentes que buscan explotar las vulnerabilidades del contexto en donde esta fluye (Kurniawan, a., riadi, i., & luthfi, a, 2017).

Esta investigación recalca la importancia de la ciberseguridad en el mundo actual, el cual es un proceso conectado con procedimientos que se realizan de siglos pasados, uno de ellos es la criptografía, la cual según López Ballesteros Viviana (a2016) es una "Rama de las Matemáticas -y en la actualidad de la Informática y la Telemática- que hace uso de métodos y técnicas matemáticas con el objeto principal de cifrar un mensaje o archivo por medio de un algoritmo, usando una o más claves"; de los métodos criptográficos se puede mencionar el famoso método Cesar, que es planteado por un antiguo emperador romano para enviar información en tiempos de guerra y evitar que tropas enemigas los pudiesen leer. Los diferente métodos criptográficos de la actualidad ofrecen a los usuarios la tranquilidad de que sus datos se trasfieren de forma fiable, pero algunos entes aluden que estos métodos no son totalmente seguros (López Ballesteros Viviana, b2016), razón por la cual son analizados continuamente para realizar mejoras en beneficio de los usuarios. Por otro lado se citan las famosas VPN (Redes virtuales Privadas), este tipo de red apoyan los procesos de transmisión de datos entre usuarios; garantizan que la información que se transmite por canales públicos solo sea de conocimiento y uso privado de las organizaciones que intervienen (Rosen, E., & Rekhter, Y, 2014).

El objetivo general de esta investigación, es lograr entender los protocolos de seguridad que se deben tener en cuenta para elaborar un modelo de seguridad de la información en el contexto de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña; Con ello, se estima garantizar que la información fluya por los medios de forma segura.

2. METODOLOGIA

Siendo que es relevante definir un modelo de investigación, para esta revisión se utilizó la metodología Descriptiva, utilizando el método de análisis, la metodología descriptiva busca caracterizar el objeto de estudio, señalando sus atributos y propiedades. Con este tipo de investigación se estructura de manera sistemática las entidades involucrados en la investigación y funcionará como base de futuras investigaciones (Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. 2014).

Mencionado lo anterior se tuvo en cuenta lo siguiente:

Participantes: Se referenciaron autores o entidades que han desarrollado investigaciones preliminares del objeto de estudio.

Instrumentos: para esta investigación se elaboró un repositorio de documentos, que proveerá de insumos para realizar las respectivas caracterizaciones que exponen aspectos importantes de seguridad informática.

Procedimiento: esta investigación se desarrolló en cuatro (5) etapas que son las siguientes: organización del trabajo, revisión de la situación actual del objeto de estudio, Estructuración de los resultados, discusión acerca de los resultados obtenidos, Definición de conclusiones acerca del objeto de estudio.

Estrategias de análisis de datos: el análisis de datos es soportado en la correlación de datos estudiados y los criterios objetivos de los autores involucrados en la investigación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se señalan algunas caracterizaciones resultantes del estudio realizado:

NORMAS Y ESTÁNDARES PARA LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

La investigación arroja como primer resultado procurar establecer un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información, siendo que es una solución de mejora continua apropiada para evaluar los diferentes riesgos y establecer una serie de estrategias y controles oportunos para asegurar y defender la protección de la información (Fernández, C. M. ,2012).

Asegurar los recursos asociados a los Sistemas de información es uno de los procesos de mayor relevancia en la actualidad para cualquier empresa, Este formalismo es generado por múltiples organizaciones a nivel mundial, la cuales establecen estándares que buscan ofrecer guías o pautas sobre buenas prácticas para el aseguramiento y calidad de la información; entre estas organizaciones se puede mencionar a la International Standard Organization(ISO), el Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE), National Institute of Standards and Technology (NIST) entre otras, La organizaciones de este tipo proponen una serie de artefactos, que han sido estructurados a partir de la experiencia de diferentes grupos que participan durante el proceso de definición. Entre las normas y estándares podemos encontrar ISO/IEC 27002 proporciona recomendaciones de las mejores prácticas en la gestión de la seguridad de la información a todos los interesados y responsables en iniciar, implantar o mantener sistemas de gestión de la seguridad de la información. La seguridad de la información se define en el estándar como "la preservación de la confidencialidad (Asegurando que sólo quienes estén autorizados pueden acceder a la información), integridad (asegurando que la información y sus métodos de proceso son exactos y completos) y disponibilidad (asegurando que los usuarios autorizados tienen acceso a la información y a sus activos asociados cuando lo requieran)" (Diana, Martín, & Manuel, 2011).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTÁNDARES Y TECNOLOGÍA PUBLICACIÓN ESPECIAL 800-12. (NIST 800-12)

Los expertos sugieren alinearse con estándares de seguridad, como herramientas que apoyan la gestión de la seguridad informática. Habitualmente los ambientes son más complejos y requieren de modelos que administren las tecnologías de manera integral (Becerra, M. D. C., Zarate, P., & Gómez, M. C., 2016)

Conocido a través de sus siglas en inglés NIST como National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-12, fue establecido en 1901 por la Oficina Nacional de Normalización para promover la innovación mediante el desarrollo de avances en normas o tecnología, con el fin de incrementar la productividad, así como mejorar la calidad de vida. Una de las funciones básicas de la agencia es desarrollar, mantener y conservar la custodia de los patrones nacionales de medición, proporcionar los medios, métodos para comparar los estándares utilizados en la ciencia, ingeniería, comercio, industria, educación con las normas adoptadas o reconocidas por el Gobierno Federal. Las NIST expresan diferentes principios y prácticas en seguridad comunes tanto en agencias gubernamentales como en corporaciones privadas, los mencionados anteriormente, se encuentran recogidos en una larga lista de publicaciones identificadas bajo la Serie 800, disponibles para su libre descarga. Estas guías o directrices son documentos muy elaborados y de reconocido prestigio, que cubren múltiples aspectos relacionados con la seguridad de la información. Con relación a la publicación 800-12, determinan algunos colaboradores que se orienta en una visión general de la seguridad en informática para desarrollar un enfoque sólido en la selección apropiada de controles de gestión operacional y técnico, bajo el marco del ciclo de vida de un SGSI, y contempla cinco fases como son iniciación, desarrollo / adquisición, implementación, operación / mantenimiento y disposición. (Salamanca, O. 2017)

ITILV3: PRÁCTICAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE SERVICIOS EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Según lo expresan algunos estudios, hoy en día las empresas generan ventajas competitivas mejorando continua sus servicios, Estas deben enfocarse en sacar mayor provecho de sus recursos informáticos, mediante operaciones de Gestión de Servicios Informáticos completamente integradas a sus clientes tanto internos como externos, mejorando la comunicación e información con el personal de T.I de la organización; definiendo funciones, roles y responsabilidades en el sector de los servicios (Flores, L., & Jhonatan, K, 2015).

ITIL es considerado un conglomerado de prácticas eficientes destinadas a mejorar la gestión de servicios TI, con el propósito de optimar la calidad de los servicios. Está compuesto por cinco libros de referencia como son estrategia del servicio, diseño del servicio, transición del servicio, operación del servicio y mejora continua Además, es un compendio de publicaciones o librerías, que describen de manera sistemática las buenas prácticas para la gestión de los servicios de TI y ofrece una aproximación sistemática para la entrega de servicios de calidad (Morris, H., & Gallacher, L. 2016).

SEGURIDAD LÓGICA Y EL FLUJO DE INFORMACIÓN

La norma ISO/IEC 27002:2013 (2015), establece la seguridad lógica como la limitación de acceder a la tecnología de información y funciones del sistema de aplicaciones según las políticas de control de la organización. Por su parte, Tipton et al. (2008), indican que consiste en soluciones técnicas con el objetivo de proteger los activos de una entidad; entre los objetivos para la seguridad lógica se encuentran (a) asegurar que los operadores puedan trabajar bajo supervisión, y no puedan modificar los programas, ni archivos que no correspondan, (b) asegurar que se estén utilizando los archivos y programas correctos en y por el procedimiento correcto, (c) que la información transmitida sea recibida solo por el destinatario al cual ha sido enviada y no a otro, (d) que la información recibida sea la misma que ha sido transmitida, (e) que existan sistemas alternativos secundarios de transmisión entre diferentes puntos para casos de emergencia.

La seguridad lógica, trata de todas las medidas que garantizan el resguardo de los sistemas tecnológicos en una organización por medio de parámetros como respaldo de la información; servidor de controlador de dominio; servidor proxy; restricciones a la instalación de software; controles contra el malware; mantenimiento del software de los equipos; políticas de privilegios de acceso de los usuarios; gestión de contraseñas; control de acceso al código fuente; protocolos de seguridad, entre otros.

USO DE CRIPTOSISTEMAS

Las investigaciones sugieren que toda información debe enviarse de forma oculta y con ello garantizar que agentes maliciosos no accedan a esta, este proceso es conocido como criptografía, la cual se ocupa de codificar y decodificar la información. Existe una clasificación para la criptografía que se establece en el contexto de un sistema. A continuación se describen los tipos en el grafico 1:

Grafico 1: Tipos de Criptosistemas

Teniendo en cuenta el gráfico 1, se menciona aspectos importantes en las tablas 1.2.3.4:

Tabla 1. Cifrado en bloque

Acerca del cifrado en bloque	
Descripción	Este es considerado un elemento de cifrado de clave simétrica, que opera en grupos de bits de longitud fija, llamados bloques (64 ó 128 bits), superponiendo una transformación invariante.
Métodos	IDEA, AES, RSA

Tabla 2: cifrado en flujo

Acerca del cifrado en flujo	
Descripción	Se elaboran algoritmos de cifrado que cifran de forma incremental, convierten el texto en claro, en texto cifrado bit a bit.
Métodos	A5, RC4, SEAL

Tabla 3: cifrado con clave secreta

Acerca del cifrado con clave secreta	
Descripción	Este tipo de cifrado lleva a cabo una operación "ejecución de un algoritmo" a la información que será enviada y se debe cifrar, para lo que se utiliza una clave privada para hacerlos ilegibles los datos. El algoritmo más simple puede lograr que un sistema prácticamente a prueba de falsificaciones. Esta tipo de criptografía tiene una desventaja, la clave secreta se debe intercambiar, por lo que surge el problema de la distribución de las clave.
Consideraciones	Se requiere una clave para cada par de individuos que se comunican de manera privada. Este sistema debe lidiar con un número considerable de claves en cuanto existe un número considerable de participantes. Las claves secretas son vulnerables a robo ya que existe la necesidad de transmitirla al receptor.

	La comunicación se debe dar bajo un acuerdo previo de los participantes. No puede enviarse un mensaje cifrado utilizable a alguien de forma espontánea.

Tabla 4: cifrado con clave Pública

Acerca del cifrado con clave Pública	
Descripción	Este tipo de cifrado de utiliza un par de claves relacionadas matemáticamente. El mensaje cifrado con la primera clave debe descifrarse con la segunda clave y el mensaje cifrado con la segunda clave debe descifrarse con la primera clave. Cada individuo de la comunicación expone una pública y designa una clave privada y se mantiene secreta. La otra clave pública se distribuye o se le hace saber al receptor; con la cual junto a su clave privada descifrará el mensaje enviado por el emisor.
consideraciones:	Sólo requiere dos claves por participante en este tipo de método. La clave privada no es necesario compartirla con el otro participante de la comunicación y debe mantenerse en secreto. La clave privada es menos vulnerable al robo ya que no existe transmisión como en un sistema de claves simétricas. Las claves públicas pueden publicarse, lo cual descarta la necesidad de compartir claves.

IMPLEMENTACIÓN DE VPN

Las investigaciones hallaron prácticas en donde la información fluye de forma oculta, pero en estas se garantiza que la información se transmita por los canales adecuados. Mencionado lo anterior existe la propuesta de las VPN, las cuales según López Ballesteros Viviana (c2016) una VPN es la interconexión de un conjunto de ordenadores haciendo uso de una infraestructura pública, normalmente compartida, para simular una infraestructura dedicada o privada.

Las VPN se caracterizan por unos aspectos de suma importancia y son las siguientes:

Tabla 5: Características primarias

Características primarias de una VPN
Confiabilidad de los datos.

Integridad de los datos.
Autenticidad de los datos.

Tabla 6: Características secundarias

Características secundarias de una VPN
Sistemas de control de acceso.
Auditoría y registro de actividades.
Control de acceso.

Las características mencionadas protegen la información de manera segura ante cualquier usuario no autorizado a ingresar a la VPN, Este tipo de red virtual ofrece una opción viable para todo tipo de organización o grupo de usuarios que requieran mantener protegidos sus datos, además las VPN garantizan altos estándares de seguridad, como valor agregado a esta clase de sistemas.
Continuando con el tema las VPN existen de varios tipos, y dependen del tipo de acceso que se tenga. A continuación serán mencionadas:

VPN Punto a Punto.
VPN de acceso remoto.
VPN Overland.
Tunneling.

Tabla 7: Tipos de VPN

Cada uno de los diferentes tipos de VPN, se adaptan a las necesidades de los usuarios, esto depende básicamente de los aspectos que decida acaparar cada usuario o compañía.

4 CONCLUSIONES

Se deduce que la utilización de métodos criptográficos como RSA o AES, son más seguro si estos se implementan utilizando cifrado con llave publica , ya que el cifrado con clave pública no da a conocer los detalles de la llave privada.

La utilización de métodos criptográficos acompañados una implementación de cifrado con clave pública funciona viablemente siempre y cuando haya una previa comunicación entre los participantes de la comunicación que establezca algunos aspectos para el proceso de comunicación.

Se pudo de deducir la importancia de la utilización de tecnología de red como las VPN, las cuales permiten la transmisión de información entre computadoras de manera segura, formando una red privada utilizando Internet.

Bajo el estudio de diferentes técnicas del envió de datos, se resalta la importancia de capacitar e instruir a los usuarios en buenas prácticas de manejo de la información, Los usuarios son el principal agente que amenaza con vulnerar la información, es por ende que se debe controlar y motivar a estos para que lleven a cabo las actividades adecuadas.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores, desean expresar su agradecimiento a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por todo el apoyo recibido durante el trascurso de su investigación.

REFERENCIAS

[1] PCI SECURITY, Pay Card Industry – Data Security Standard [Citado 20 Junio, 2017]. [En línea] https://uvirtual.ufpso.edu.co/course/view.php?id=805.

[2] NIST, Security and Privacy Controls for Federal Information Systems and Organizations [Citado 20 Junio, 2017]. [En línea] https://uvirtual.ufpso.edu.co/course/view.php?id=805.

[3] López Ballesteros Viviana (a2016), Criptografía Clásica y Moderna [Citado 20 Junio, 2017]. [En línea] https://uvirtual.ufpso.edu.co/course/view.php?id=805.

[4] López Ballesteros Viviana (b2016), Redes privadas Virtuales [Citado 20 Junio, 2017]. [En línea] https://uvirtual.ufpso.edu.co/course/view.php?id=805.

[5] López Ballesteros Viviana (c2016), Guía de Laboratorio: VPN con Windows Server 2012 [Citado 20 Junio, 2017]. [En línea] https://uvirtual.ufpso.edu.co/course/view.php?id=805.

[6] Abril, A., Pulido, J., & Bohada, J. A. (2014). Análisis de Riesgos en Seguridad de la Información. Ciencia, Innovación y Tecnología, 1, 39-53.

[7] Maldonado, G. B., & Cano, J. A. O. (2014). Metodología de la seguridad de la información como medida de protección en pequeñas empresas. CUADERNO ACTIVA, (6), 71-77.

[8] Kurniawan, a., riadi, i., & luthfi, a. (2017). Forensic analysis and prevent of cross site scripting in single victim attack using open web application security project (owasp) framework. Journal of theoretical & applied information technology, 95(6).

[9] Rosen, E., & Rekhter, Y. (2014). BGP/MPLS IP virtual private networks (VPNs), 2006. RFC4364.

[10] Flores Villamarín, M. A., Ochoa, E., Martín, C., Onofre, C., & Xiomara, D. (2013). Implementación de sistema de gestión de seguridad de la información aplicada al área de recursos humanos de la empresa decevale sa (Bachelor's thesis).

[11] Salamanca, O. (2017). Sistema de gestión de seguridad para redes de área local para empresas desarrolladoras de software. Enl@ ce, 13(3), 114-130.

[12] Morris, H., & Gallacher, L. (2016). ITIL Intermediate Certification Companion Study Guide: Intermediate ITIL Service Lifecycle Exams. John Wiley & Sons.

[13] Fernández, C. M. (2012). La norma ISO 27001 del Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información. Seguridad y Salud, 43-44.

[14] Becerra, M. D. C., Zarate, P., & Gómez, M. C. (2016). Modelo de integración de estándares para la gestión de identidad y privacidad. In XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016).

[15] Flores, L., & Jhonatan, K. (2015). Modelo de gestión de servicios basad en ITIL V3 para mejorar la calidad de los servicios Ti en Electro Puno SAA 2015.

SISTEMAS INTELIGENTES BASADOS EN COMPUTACIÓN COGNITIVA PARA MEJORAR LA BUSQUEDA DE INFORMACIÓN

MARIA FERNANDA GARCIA-TORRES
Universidad Francisco de Paula Santander
mfgarciat@ufpso.edu.co

LUIS FERNANDO MORALES-MARTINEZ
Universidad Francisco de Paula Santander
lfmoralesm@ufpso.edu.co

TORCOROMA VELÁSQUEZ PÉREZ
Universidad Francisco de Paula Santander
tvelasquezp@ufpso.edu.co

RESUMEN

Actualmente, las ciencias computacionales son activo fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Sus alcances y su utilización son incuestionables durante los últimos años; ellas han logrado popularizarse, como es el ejemplo de los dispositivos móviles inteligentes, las redes sociales y el Internet de las Cosas. Las tecnologías generan cada día 2.500 millones de gigabytes de datos, lo cual es una cantidad amplia de información, que se contempla en formatos de: vídeo, audio, texto libros, posts, blogs, redes sociales, bases de datos de empresas, entre otros;con ello se requiere de herramientas analíticas capaces de dar sentido a las peticiones de los clientes. Con la elaboración de este artículo los investigadores dan a conocer el trabajo realizado acerca del diseño de un sistema inteligente, basado en computación cognitiva que integran múltiples disciplinas de computación avanzada e inteligencia artificial(IA), y contemplan conceptos como el aprendizaje de máquinas, procesamiento de imágenes, visión, interacción humano-computadora, procesamiento de lenguaje natural, del habla, entre otros, para orientar y mejorar los canales de búsqueda de información sobre procesos y reglamentos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO).

PALABRAS CLAVES

Computación cognitiva, sistema inteligente, procesamiento, IA.

ABSTRACT

Currently, computer science are fundamental assets for the improvement of the quality of life of the people.Its scope and application are unquestionable during the last years; They have become popular, is the example of smart mobile devices, social networks and the Internet of Things. These technologies generate 2,500 million gigabytes of data every day, which is a wide amount of information, which is contemplated in formats of: Video, audio, text books, blogs, social networks, corporate databases, among others, This requires analytical tools capable of giving meaning to customer requests.With the elaboration of this article the researchers of a work to know the work about the design of an intelligent system, Based on cognitive computing that integrate multiple disciplines of advanced computation and artificial intelligence (AI), and they contemplate concepts such as machine learning, image processing, vision, human-computer interaction, natural language processing, speech, among others, To guide and improve the search channels for information on processes and regulations of the Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

KEYWORDS

Cognitive computing, intelligent system, processing, AI.

1 INTRODUCCION

La Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña (UFPSO) tiene 42 años de existencia, en sus cuatro facultades cuenta alrededor de 6.000 estudiantes que provienen de distintas partes de Colombia en especial de la provincia de Ocaña, Cesar y sur de Bolívar. Para el desarrollo de todos los procesos académicos está reglamentada la normativa institucional, pero esta puede estar en continua actualización debido a los cambios que se van generando por la dinámica de la institución. La comunidad académica docentes, estudiantes, administrativos y los mismos egresados continuamente requieren información que puede ir desde las ofertas académicas, como los procesos de inscripción, matrícula, certificaciones, registros académicos, proceso de grado entre otros;en muchas ocasiones se pierde tiempo valioso que puede incluso reflejarse en el atraso o pérdida de algún proceso importante por no saber cómo realizarse o no cumplir con las fechas establecidas.

En un diagnóstico previo (Puentes, 2016) se identificaron las condiciones que dificultan la gestión del conocimiento entre ellas se encuentra: Ineficiencia de los canales de contacto con las personas que intervienen en el proceso educativo; dificultad para compartir de manera descentralizada el conocimiento debido a la poca interacción entre personas especializadas con personas nuevas en el programa; no continuidad en el uso del conocimiento concerniente a políticas, procedimientos y formas usuales de hacer las cosas, debido a cambios en los cargos directivos; inexistencia de herramientas tecnológicas (software) adecuadas al contexto, que permitan acceder con facilidad a los recursos educativos disponibles y conocer los aspectos curriculares, imposibilitando la retroalimentación; el interés en la gestión del conocimiento era reducido, adoptando el tema de forma despreocupada, la preocupación se orientaba al desarrollo de la actividad educativa, dejando de lado lo concerniente al aprendizaje organizacional; se llevan a cabo esfuerzos por conservar la memoria organizacional a través de archivos físicos y magnéticos, sin embargo, estos no han sido de fácil acceso para los interesados, no se ha implementado la filosofía de apropiación y difusión libre del conocimiento asociado al programa (Pág. 46).

La generación y uso de conocimiento es especialmente importante en instituciones educativas, en particular las de educación superior, ya que su gran propósito, es la transformación de unos insumos en conocimiento para las personas a través del afianzamiento de saberes, competencias y aptitudes (Puentes, 2016). En las organizaciones ha tomado mayor importancia el conocimiento como factor de producción, sobre todo si la institución apunta hacia la calidad. Por tanto, es importante incorporar paradigma de la gestión del conocimiento en su quehacer de manera explícita; y no solamente entendiéndolo como un conjunto de buenas prácticas, sino viéndolo como el más importante de los factores de producción, empleando estrategias para captarlo, medirlo y difundirlo. La tecnología es entonces un gran aliado, debido a que ya existen las técnicas, herramientas, lenguajes de programación y paradigmas que han comprobado ser útiles en este campo, tales son: la web semántica, la programación lógica, los sistemas expertos, los sistemas basados en conocimiento y la ingeniería ontológica, entre otros.

El uso de estas herramientas tecnológicas para gestionar conocimiento en procesos académicos y administrativos de un programa académico no debe hacerse de manera desordenada, es por esto que se deben incorporar metodologías y modelos bien definidos, y adecuados a las condiciones del entorno. El resultado de esta incorporación, que se pudo validar en el presente estudio, es un entendimiento real de la actividad de gestión del conocimiento por parte de las personas involucradas, quienes de manera natural comenzaron a incorporar la gestión del conocimiento en sus actividades, funciones y procedimientos; y entendieron la importancia de representar explícitamente las reglas que surgen de dichas actividades en sistemas que apoyen el aprendizaje organizacional y la toma de decisiones. Esto puede redundar en beneficios como evitar la deserción y la baja demanda, retener los conocimientos del personal, mejorar la satisfacción de estudiantes y docentes, mejorar las comunicaciones internas y externas, consolidar la información estadística y transformarla en conocimiento y generar cambios a partir de las opiniones de las personas.

2 DETALLE EXPERIMENTAL

De acuerdo a la recopilación de (Rodríguez Gómez, 2006) deben existir “un conjunto de procesos sistemáticos (identificación y captación del capital intelectual; tratamiento, desarrollo y compartimiento del conocimiento; y su utilización) orientados al desarrollo organizacional y consecuentemente, a la generación de una ventaja competitiva...”. En el modelo planteado en (Puentes, 2016), se consolida como eje fundamental del proceso de

gestión de conocimiento al programa académico de ingeniería de sistemas, alrededor del cual, giran los elementos importantes: Personas, Conocimiento, Procesos; enmarcados estos, en el quehacer académico – administrativo, empleando inteligencia artificial y herramientas tecnológicas de última generación para gestionar el currículo, la autoevaluación, el proceso de Enseñanza-Aprendizaje y la gestión de recursos bibliográficos (Ver figura 1 Modelo de gestión de conocimiento).

En (Rodríguez Gómez, 2006) se clasifican los modelos de gestión del conocimiento, clasificándolos de acuerdo al núcleo, los objetivos, la metodología y los participantes en Almacenamiento, acceso y transferencia de conocimiento, Sociocultural y Tecnológicos. El modelo (Puentes, 2016) se apoya en gran medida en el desarrollo y utilización de sistemas (sistemas expertos, intranet, sistemas de información) y herramientas tecnológicas a la medida (web semántica, algoritmos genéticos) para la gestión del conocimiento; por tal razón el modelo se tipifica como Tecnológico, incorporando la cultura organizacional y el aspecto humano.

Figura 8. Modelo de Gestión de conocimiento
Fuente: (Puentes, 2016)

En el aprendizaje organizacional desde la gestión académica y administrativa del programa de Ingeniería de Sistemas de la UFPSO teniendo en cuenta el modelo planteado que involucra procesos, tecnología y personas, consolida los sistemas de Gestión del programa Ingeniería de Sistemas, Gestión administrativa del programa, Gestión bibliográfica, Gestión de procesos de enseñanza-aprendizaje y Gestión de autoevaluación del programa (Puentes, 2016). Este trabajo aportará al modelo de gestión de conocimiento planteado a la gestión administrativa no sólo del programa sino de toda la universidad.

Debido a que el eje central de este proyecto estará fundamentado sobre los sistemas de información, la computación cognitiva, y múltiples disciplinas de computación avanzada e inteligencia artificial, por lo cual es necesario conocer su definición para estar en el contexto que plantea la presente propuesta.Uno de los principales conceptos a tener en cuenta es el de sistemas de información, que son los encargados de ofertar, regular y gestionar todo tipo de recursos de información. Con este objetivo se producen los procesos de almacenamiento, identificación, transformación, organización, tratamiento y recuperación de la información. En estos pasos o fases interviene la tecnología, que facilita el cumplimiento de los usos y funciones de la información. Como resultado se generan cambios en el estado del conocimiento que poseen las personas, la solución de problemas informativos, o la toma de decisiones operacionales. La concepción de los sistemas de información ha evolucionado desde inicios de la década de los años noventa desde un enfoque meramente informacional; hasta enfrentar este nuevo siglo con un reto fundamental: resolver la interoperabilidad semántica, en la cual un hecho puede ser más que una simple descripción, si se desea lograr una verdadera interpretación de la realidad.

Actualmente, los SI (Sistemas de Información) se enfrentan a dos retos fundamentales. Su diseño, desarrollo e implementación son procesos que confluyen en diferentes contextos, con distintos puntos de vista y suposiciones acerca de determinado dominio. Esto provoca problemas de comunicación por falta de entendimiento compartido y por la complejidad de la realidad. Basados un sistema de información se define como un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad u objetivo. Además, un sistema de información debe tener control del

desempeño del sistema, es decir debe generar retroalimentación sobre las actividades de entrada, procesamiento, almacenamiento y salida de información. Esta retroalimentación debe evaluarse para determinar si el sistema cumple con los estándares de desempeño establecidos.

Por otra parte es importante tener claridad en las ciencias de la computación, las cuales abarcan las bases teóricas de la información, han transformado la vida de la mayoría de las personas. La computación cognitiva permite extraer resultados personalizados relacionados con los clientes. Por ejemplo, en el sector salud, entrega la posibilidad de hacer un diagnóstico y dar tratamiento a cada paciente. Para esto se requiere analizar toda la información en tiempo real, en beneficio de los pacientes y el bienestar general. Pero lo mejor de esta transformación es que tal personalización se puede realizar en periodos de tiempo muy breves, con resultados analizados y confiables.

La computación cognitiva es un sistema de tecnología que permite entender el mundo de la misma manera que lo hacen los seres humanos, a través de los sentidos, aprendizaje y la experiencia. Estos sistemas aprenden continuamente gracias a su interacción con las personas, además de esto tienen las capacidades de:Comprender, estos sistemas interpretan los datos no estructurados en su contexto a velocidades sorprendentes, y en grandes volúmenes; Razonar: forman hipótesis, presentan argumentos y dan prioridad a las recomendaciones para ayudar a los seres humanos a tomar mejores decisiones; y Aprender: Los sistemas cognitivos son capacitados; no programados, por ingreso y acumulación continua de datos, conocimiento de cada interacción.En otras palabras *''La computación cognitiva profundiza en el análisis de los datos y las deducciones lógicas, para agilizar y tomar mejores decisiones, reducir costos operacionales y optimizar los resultados de los humanos*", Merino, R. (2015).

Otro concepto a tener en cuenta es la inteligencia artificial IA, es la rama de la ciencia que se encarga del estudio de la inteligencia en elementos artificiales y, desde el punto de vista de la ingeniería, propone la creación de elementos que posean un comportamiento inteligente. Dicho de otra forma, "*la IA pretende construir sistemas y máquinas que presenten un comportamiento que si fuera llevado a cabo por una persona, se diría que es inteligente*", Romero, J., Dafonte, C., Gómez, Á. &Penousal, F. (2007). El aprendizaje, la capacidad de adaptación a entornos cambiantes, la creatividad, etc., son facetas que usualmente se relacionan con el comportamiento inteligente. Además, la IA es muy interdisciplinar, y en ella intervienen disciplinas tan variadas como la Neurociencia, la Psicología, las Tecnologías de la Información, la Ciencia Cognitiva, la Física, las Matemáticas, etc.Se pueden definir dos puntos de vista o enfoques de la IA, el punto de vista tecnológico o ingenieril y el punto de vista científico. Por un lado, la rama ingenieril busca la creación de sistemas informáticos que realicen tareas para las que se precisa inteligencia. Se persigue desde este planteamiento la resolución de problemas concretos, sin limitar las técnicas a utilizar a aquellas que utilizan los seres inteligentes. Por otro lado, la rama científica de la IA se puede definir como "*el estudio del comportamiento inteligente, siendo su fin conseguir una teoría de la inteligencia que explique la conducta que se produce en seres de natural inteligentes, y que guíe la creación de entes artificiales capaces de alcanzar dicho proceder inteligente*", Gómez, A., Juristo, N., Montes, C., Pazos, J., (1997).

Dentro de la inteligencia artificial nos podemos encontrar con varias áreas de trabajo, algunos autores definieron inicialmente tres de estas áreas, como son Sistemas Expertos, Procesamiento de Lenguaje Natural y Robótica. El área de Sistemas Expertos presenta algunos refractores y en la actualidad se aceptan más los Sistemas Basados en Conocimiento. (Schildt, 1988). Sin embargo, hoy en día las áreas están comprendidas por Resolución de Problemas, Sistemas Basados en Conocimiento, Procesamiento de Lenguaje Natural, Lógica difusa o control fuzzy, Visión y Reconocimiento de Patrones, Aprendizaje de Máquinas y Robótica. Los Sistemas Basados en Conocimiento o Sistemas Expertos son sistemas de información capaces de representar y razonar acerca de algún dominio rico en conocimientos, para resolver problemas y servir de apoyo a quienes no son expertos en la materia.Desde el punto de vista del usuario, el experto es un sistema que además de demostrar gran capacidad de desempeño en términos de velocidad, precisión y exactitud, tiene como contenido un dominio de conocimientos que requiere gran cantidad de experiencia humana, (no sólo principios o reglas) es capaz de hallar la solución a algo, explicando o justificando lo que halla, de modo que puede convencer al usuario de que su razonamiento es correcto.

Las técnicas clásicas, desde el punto de vista tecnológico han tenido un relativo éxito, y sus productos se usan ampliamente. El principal problema de estas técnicas radica en que no son capaces de adaptarse a los cambios del entorno y que es preciso tener un conocimiento explícito del problema para poder abordarlo satisfactoriamente. Estos sistemas han de ser programados y no pueden auto-programarse y adaptarse así a nuevos requisitos del entorno. Para resolver este problema, se han desarrollado diversas aproximaciones computacionales conocidas de forma global como Técnicas Adaptativas.

Tomando los principios de sistemas basados en conocimiento (SBC) se utiliza como metodología de SBC con las fases de identificación, conceptualización, formalización, construcción y pruebas, implementándola por ciclos evolutivos. Se plantea dentro de la fase de identificación la conformación del equipo de trabajo involucrando expertos del área de conocimiento y cognimáticos. Como propósito de esta primera etapa del proyecto se toma el

proceso de Admisiones, Registro y Control de la UFPSOya que este proceso consolida la información institucional académica desde su normativa hasta los procesos en que incurre la comunidad académica desde la promoción académica hasta el proceso de grado con todos los registros correspondientes. Para el desarrollo del proyecto se utiliza una metodología investigativa de tipo descriptivo, como métodos de recolección de información se realiza un análisis documental, y se aplican instrumentos como encuestas y entrevistas.

Se realiza un diagnóstico inicial para responder interrogantes como: ¿Cuáles son las consultas más frecuentes?, ¿Qué cantidad de personas solicitan información?, ¿Qué tan frecuentes son las consultas sobre los procesos académicos de UFPSO?, ¿Qué opinan sobre la implementación del sistema inteligente de búsqueda?, ¿Cómo buscan información desconocida por parte del personal de admisiones?, ¿Cuál es el rol que desempeña dentro de la dependencia de admisiones? Se determinó que sólo en la oficina de Admisiones, Registro y Control, el promedio diario de estas consultas oscila entre 50 a 60 personas, donde aproximadamente el 17% de ellas consultan procesos de inscripción, 9% consulta sobre constancias estudiantiles, y en inicio de semestre estudiantil aproximadamente un 74% de personas consultan sobre procesos académicos de inscripción.

Otra población con la que se indagó fueron los estudiantes, en aspectos como: ¿Qué consultas realiza en la dependencia de admisiones?, ¿Queda el estudiante quedo satisfecho con la respuesta obtenida?, ¿Conocen el lugar donde se encuentra la información sobre procesos académicos?, ¿Se han acercado a la dependencia de admisiones anteriormente?

Con ellos se obtuvo respuestas como que la razón por la que más recurren a la dependencia de admisiones es por constancias de estudio, solicitud de cancelaciones, certificados de votación, procesos académicos, etc. el 60% de los estudiantes especifico que muchas veces no logran aclarar la duda, por la cual recurren a la dependencia de admisiones, debido a que el lugar en muchas ocasiones se encuentra congestionado por las personas.Por otra parte, también se les pregunto si conocían el lugar donde se encontraba la información relacionada con procesos académicos, a lo que un poco más de la mitad, respondió que sí. Es importante resaltar que la comunidad estudiantil ve pertinente el desarrollo y aplicación de este sistema inteligente. Además de esto, la opinión relacionada a la implementación del sistema inteligente, en el caso de la comunidad estudiantil, ven pertinente su desarrollo e implementación, por otra parte, el personal de admisiones lo considera como una buena estrategia para disminuir el índice de personas que consultan a diario en la misma.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se plantea un desarrollo web, se utiliza como metodología tecnológica Methontology, creada por el *OntologyEngineeringGroup* de la Universidad Politécnica de Madrid (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004), la cual permite la construcción de ontologías en un nivel de conocimiento. Propone expresar cierta cantidad de conocimiento en un conjunto de representaciones intermedias y generar el código posteriormente a través de editores o herramientas de desarrollo.

En el proceso de desarrollo de Ontologías se ha identificado una serie de tareas a seguir que no implican un orden de ejecución, sino solamente la identificación de una lista de actividades que deben ser completadas. Las tareas del proceso de desarrollo se pueden dividir en tres categorías y son las que se indican a continuación: actividades de gestión, actividades orientadas al desarrollo y actividades de soporte.

En la fase de conceptualización se realiza un trabajo para incorporar el dominio requerido para el propósito del sistema inteligente. Se toma en cuenta la caracterización del proceso de admisiones, y la normativa base del acuerdo 065 o estatuto estudiantil y los criterios de admisiones, las disposiciones de las matriculas, los procesos de traslado interno y transferencia, los derechos y deberes estudiantiles, las sanciones académicas y disciplinarias, la política de estímulos y los diferentes tipos de representaciones estudiantiles, lo correspondiente al desarrollo curricular, evaluaciones y certificaciones y los trabajos de grado y otorgamiento de títulos entre otras. Se complementa con los procedimientos, guías y formatos establecidos. Así mismo se revisa los acuerdos 071 para el sistema de liquidación de matrícula y demás derechos pecuniarios, y los acuerdos que los modifican. También se valida la normativa para otros integrantes de la comunidad como docentes y administrativos.

Se plantea para la ontología una arquitectura de ontología tomando como referente a (Prado, H. & Carrascal, J., 2013), creando la ontología en el editor Protege. Para realizar la búsqueda semántica, una vez creada la ontología va al razonador y se carga a través de la RDF-API, se almacena persistentemente en una base de datos en MySQL por medio de tripletas. En el momento de realizar una búsqueda semántica mediante la interfaz de búsqueda, se ingresan unos parámetros de búsqueda a través de la API RDQL-PHP se dirige a la base de datos extrae la información pertinente (Ver Figura 2).

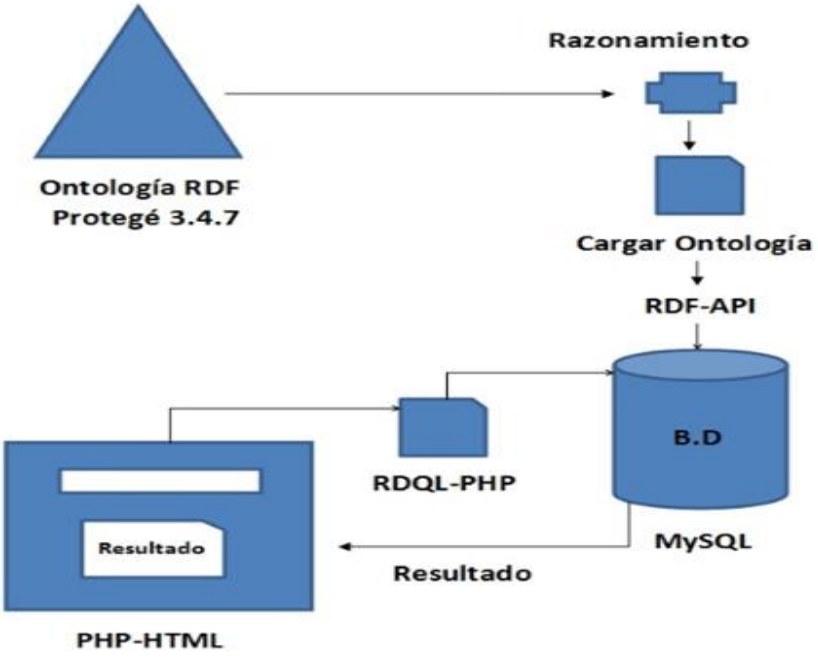


Figura 2. Arquitectura Ontología

4 CONCLUSIONES

Como apoyo al modelo de gestión de conocimiento del programa de Ingeniería de Sistemas, se propone en el eje tecnológico, un sistema inteligente para mejorar la búsqueda de información de los diferentes procesos académicos de la institución como apoyo a la comunidad académica, estudiantes, docentes y administrativos. A nivel de procesos se tienen en cuenta la gestión académicos y la gestión administrativa. Se integran los procesos, la tecnología y las personas como los tres pilares de la gestión de proyectos. La gestión académica a través de una herramienta ontológica permite centralizar toda la información particular de la universidad, considerando la normativa institucional, sus procedimientos contemplados dentro del proceso de Admisiones, Registro y Control.

REFERENCIAS

Gómez, A., Juristo, N., Montes, C., Pazos, J., (1997). "Ingeniería del Conocimiento". Centro de Estudios Ramón Areces S.A. Madrid.

Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., & Corcho, O. (2004). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*.Springer.

Merino, R. (2015). Cinco usos de la computación cognitiva. Tomando de https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/8602-cinco-usos-de-la-computacion-cognitiva.html

Prado, H. & Carrascal, J. (2013). Desarrollo de un Sistema Semántico Interactivo de los Aspectos Curriculares del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UFPSO. (Trabajo de Grado) Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Puentes, A. (2016) Modelo De Gestión Del Conocimiento Como Apoyo Al Programa Ingeniería De Sistemas De La Ufpso. (Trabajo de grado) Universidad Simón Bolivar.

Romero, J., Dafonte, C., Gómez, Á. &Penousal, F. (2007). Inteligencia artificial y computación avanzada. Fundación Alfredo Brañas.

Schildt, H. (1988). Turbo Prolog. Programación Avanzada. Mac Graw Hill.

HACIA EL ESTABLECIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE UN MODELO PARA EL DISEÑO DE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

SONIA ALEXANDRA PINZÓN N
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

LUIS FELIPE WANUMEN SILVA
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

YAQUELINE GARZÓN RODRÍGUEZ
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

En este artículo se presenta el proceso seguido para capturar las características relevantes de un modelo para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA), se comienza mostrando un panorama general de los ambientes virtuales, luego elementos sobre la justificación y necesidades para el desarrollo de AVA, un marco referencial aplicable a este tipo de aplicaciones, algunas metodologías propuestas para el desarrollo de estas aplicaciones educativas y unos conceptos claves para comprender el mundo de los AVA. Con todos estos elementos se establece un proceso para depurar toda la información anteriormente capturada y finalmente se extraen las características relevantes de un modelo para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE

Modelo de ambientes Virtuales, Diseño de Ambientes Virtuales, Ambientes Virtuales de Aprendizaje.

ABSTRACT

This article presents the process followed to capture the relevant characteristics of a model for the design of virtual learning environments (AVA), begins by showing an overview of the virtual environments, then elements on the justification and needs for the development of AVA, a reference framework applicable to this type of applications, some methodologies proposed for the development of these educational applications and some key concepts to understand the AVA world. With all these elements a process is established to debug all the information previously captured and finally the relevant features of a model are extracted for the design of virtual learning environments.

CCS Concepts:

• Applied computing Education [Interactive learning environments].

KEYWORDS

Virtual Environment Model. Design of virtual environments, virtual learning environment.

1 INTRODUCCIÓN

Antes de plantear el modelo es necesario conocer las características relevantes de un modelo de ambiente virtual de aprendizaje y para conocer las características relevantes se hacen algunos estudios preliminares en los que se responden preguntas como ¿qué tipos de ambientes virtuales existen?, ¿cómo se caracterizan? ¿Cuáles existen?

Para extraer las características relevantes de los modelos existentes para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje primero se realiza un panorama del tema tanto a nivel internacional como nacional, luego se presenta la relevancia de estos desde el punto de vista de su aplicación a la educación para luego continuar con la caracterización de los ambientes virtuales de aprendizaje y para finalizar se muestran las características relevantes de un modelo.

Durante el artículo se presentan algunos ejemplos en los cuales se evidencias dichas características las cuales forman el eje principal para el desarrollo de los proyectos del grupo de investigación METIS en los que se incluyen ambientes virtuales de aprendizaje.

2 PANORAMA DEL DESARROLLO DE SISTEMAS DE APRENDIZAJE

A nivel mundial se está trabajando para llevar la educación a Internet para lograr mayor cobertura y aprovecharla para los servicios que requiere la educación. La educación en Internet es tan solo un caso de las políticas que se han hecho a nivel mundial para el uso de Internet, un ejemplo de este hecho se encuentra en "Working Group on Internet Governance" (WGIG) que ha venido desarrollado políticas para gobierno en Internet identificando políticas que pueden ser relevantes para ser llevadas a Internet. Los resultados de todas estas actividades pueden verse en el sitio (http://www.wgig.org)

A nivel Colombia el Estado colombiano hace de uso de las tecnologías de la información y la comunicación, TICs, en todos los ámbitos gubernamentales, como en (http://www.gobiernoenlinea.gov.co). Además, apoya a sus ciudadanos para que obtengan certificaciones sobre conocimientos informáticos, esto lo hace por medio de la Fundación ICDL Colombia (http://www.icdlcolombia.com) que representa para el país a ECDL Foundation, el cual es el organismo que se encarga de la regularización de las certificaciones sobre conocimientos informáticos a nivel mundial.

Para Colombia concretamente en el desarrollo y uso de comunidades virtuales se cuenta con la Fundación SM (http://www.clasedigitalcolombia.com/) que apoya también el diagnóstico y certificación ICDL Start para un exclusivo grupo de maestros y maestras del país. Aunque esta Fundación cuenta con el programa Clase Digital Colombia inicialmente dirigido a Colegios piensa ampliarse para Universidades brindando a los usuarios de las comunidades oportunidades para el desarrollo de su vida profesional y laboral

El Ministerio de Educación Nacional y la Universidad Tecnológica de Pereira han realizado actividades para promover los ambientes virtuales, su uso y su desarrollo. Una de las actividades es la tutoría y moderación en ambientes virtuales de aprendizaje (Universidad Tecnológica de Pereira, 2010).

A nivel Colombia también se nota un amplio interés por mejorar las experiencias en el aula y una de estas iniciativas tendientes a mejorar estos procesos de enseñanza aprendizaje se encuentran en Colombia Aprende en una convocatoria abierta para inscribir las experiencias en torno a las transformaciones de la educación en Colombia (MEN, 2010).

2.1 Justificación y Necesidades Para El Desarrollo De Ambientes Virtuales De Aprendizaje

Las últimas décadas han estado enmarcadas por una amplia preocupación en la calidad de la educación superior (Facundo, 2004) y una buena forma de lograr esta calidad es cómo plantea el ICFES, es trabajar en proyectos de educación virtual que produzcan aplicaciones que satisfagan los requerimientos que mundialmente se están exigiendo (ICFES, 2002).

Se desea usar la tecnología apropiadamente para lograr que el estudiante aprenda un cierto tema. Se puede pensar que bastaría con incorporar aprendizaje mediado por computadora sin importar como se use el recurso tecnológico, pero esto no es viable y lógico, sino que debe hacerse haciendo uso de los aciertos de la pedagogía y la sicología contemporáneas y por su puesto de las nuevas tecnologías (V. Arancibia, 1999) (Forero, 2000).

Pero para usar la tecnología en el desarrollo de un ambiente virtual de aprendizaje que permita al estudiante adquirir apropiadamente conocimiento referente a un área de conocimiento, se debe primero partir de un modelo de ambiente virtual de aprendizaje y en dicho modelo se deben tener en cuenta como mínimo tres tipos de requerimientos: dominio, psicopedagógicos e interfaz (S, 1993) (G. Nemirovski, 1998).

Por otra parte, si el modelo de ambiente virtual de aprendizaje se basa en el uso de recursos tecnológicos computarizados se debe tener en cuenta aspectos sobre ambientes de aprendizaje computarizado (C. Morales, 2000).

Hay que destacar que ambientes virtuales se están usando en la actualidad en varias áreas entre las que se puede contar para:

Uso de ambientes virtuales para el tratamiento de fobias (Torres, 2008).
Uso de ambientes virtuales para la enseñanza de la física mecánica (G. Gutiérrez).
Uso de ambientes virtuales de aprendizaje para la enseñanza de la programación (A. Noguera).
Uso de ambientes virtuales de aprendizaje para apoyar el proceso de enseñanza de la química (J. Mendoza).
Sin embargo, las anteriores áreas han sido extendidas en la actualidad y hoy en día se trabajan ambientes virtuales de aprendizaje para un sinnúmero de temas tanto de interés general como específico.

2.2 Marco referencial sobre modelos aplicables a los Ambientes Virtuales

En la siguiente sección se hace un recuento de algunos modelos de ambientes virtuales de aprendizajes desarrollos hechos por otras universidades sobre ambientes virtuales de aprendizaje.

2.2.1. Modelo Pedagógico Humanista Tecnológico:
Un modelo desarrollado para la Universidad Nacional de Colombia es el modelo pedagógico humanista tecnológico el cual se describe a continuación

Este modelo desarrollado por la doctora Herica Sierra se basa en cinco fases para el desarrollo de proyectos en ambientes virtuales de aprendizaje:

- Desarrollo de contenidos.
- Diseño instruccional.
- Diseño multimedia.
- Soporte en plataforma.
- Tutorías.

Cada una de las fases comprende:

- Desarrollo de contenidos: comprende la producción intelectual, el diseño curricular de temas y las actualizaciones de contenidos.
- Diseño instruccional: comprende el análisis del material, el análisis de la tipología de usuario, el guion instruccional, las técnicas y didácticas y las situaciones y actividades pedagógicas.
- Diseño multimedia: comprende la preproducción que es la recopilación del material didáctico, la producción del contenido que es la edición del material y por último la postproducción del contenido que es la puesta en la plataforma del material.
- Soporte en plataforma: son las actividades de administración tendientes a darle sostenibilidad al sistema tecnológico que soporta el ambiente virtual.
- Tutorías que involucra la forma como se asesorara, se hará seguimiento y se evaluara las competencias adquiridas por los usuarios estudiantes del ambiente virtual.

2.2.2 Modelo de Diseño Instruccional Basado en Objetos de Aprendizaje:
Es un modelo diseñado en la Universidad de la Sabana que busca permitir definir indicadores de calidad para los procesos de generación y gestión del e-Learning. El modelo de diseño instruccional pone a consideración de los diseñadores instruccionales dos principios fundamentales: modularidad y reutilización parcial (Chiappe, 2006).

2.2.3 Modelo Educativo de la Universidad Santiago de Chile para Ambientes Virtuales:
Este modelo desarrollado inicialmente para lograr el registro calificado de algunos programas de la Universidad Santiago de Cali contempla cinco fases que se detallan a continuación: (Pérez., 2006) (otros, 2012).

Fase 1: Formación docente: constituida por cuatro módulos

M1: Conocer y dominar las herramientas básicas computacionales

M2: Conocer y dominar la plataforma educativa virtual. Identificar las TICs. Definir educación virtual. Conocer y discutir los diferentes modelos pedagógicos y didácticos aplicables a los ambientes virtuales

M3: Desarrollar en el docente las competencias necesarias para el diseño e implementación modular de cursos en ambientes virtuales.

M4: Conceptuar clara y objetivamente, por medio de la disertación, las concepciones epistemológicas del área de conocimiento donde el docente se desempeña. Seleccionar los recursos didácticos por implementar en el diseño estructural del curso en concordancia con el planteamiento del problema.

Fase 2: Formulación del modelo de educación virtual

A partir de un proceso investigativo se formula la propuesta del modelo educativo para entonos virtuales de la institución teniendo en cuenta la cultura, sociedad, legislación, comunicación y los niveles educacionales existentes. Como resultado, se debe obtener el análisis institucional, el marco filosófico en el que se consideran las metas de formación y los perfiles del profesor y del estudiante bajo esta modalidad educativa, dentro del marco legal y pedagógico.

Fase 3: Definición de los cursos iniciales

Debido a la necesidad de generar un proceso estructurado y visible, inicialmente el foco se concentra en unos pocos programas académicos específicos. En esta fase hay que tener en cuenta que los programas académicos iniciales deben generar productos puntuales a partir de la formación profesoral.

Ser programas que tengan un posicionamiento en el entorno social o que tengan gran proyección en la comunidad, por la necesidad de su implementación mediante la modalidad virtual.

Articular el desarrollo institucional con los procesos nacionales e internacionales afines.

Fase 4: Desarrollo de procesos investigativos para el diseño y desarrollo de productos virtuales.

Los proyectos de investigación sobre diseño, implementación y valoración de productos educativos virtuales han sido evaluados por el Departamento de Educación Virtual y adscritos a las unidades en las que están enmarcados.

Fase 5: Obtención del registro calificado.

Al igual que cualquier programa presencial, se debe adelantar el proceso de obtención del registro calificado ante el Ministerio de Educación Nacional para los programas educativos virtuales.

2.3 Metodología para el desarrollo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje

Para el desarrollo de ambientes educativos basados en Internet se debe seguir una metodología que conduzca al desarrollo exitoso de dicho ambiente. Una aproximación interesante de una metodología para dicho fin es la metodología expuesta en (MENDOZA, 1999) que contiene las siguientes fases: análisis, diseño, desarrollo, evaluación y administración de un sistema de aprendizaje en línea.

2.3.1 Conceptos relacionados con ambientes virtuales de aprendizaje

Existen muchos conceptos asociados al uso y desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje, a continuación, se describen algunos de estos.

- E-learning:

Es un proceso educativo mediado por las tecnologías informáticas que permite la implementación de nuevas herramientas didácticas para mejorar el proceso de aprendizaje; este se ha enfocado hacia la enseñanza por medio de Internet.

- b-learning:

Es un proceso de enseñanza en el cual se utilizan herramientas telemáticas y computacionales en general para apoyar la modalidad de enseñanza aprendizaje presencial combinándolo con e-learning.

- Objetos de aprendizaje:

Es una entidad digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en tecnología (Wiley, 2000).

- Objetos virtuales de aprendizaje:

Cualquier recurso digital que puede ser reutilizado como soporte en el aprendizaje (Wiley, 2000). Lo malo de la definición anterior es que es muy general y no muestra de que está compuesto dicho objeto virtual; algunos autores enfatizan concretamente en mencionadas composiciones y se tiene el caso de Swick (Swick, 1999) que plantea un objeto de aprendizaje como una entidad digital auto contenible y reutilizable con un claro propósito educativo constituid por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización.

- Blended Learning:

Está relacionado con la posibilidad de construir ambientes virtuales de aprendizaje que estén soportados tanto por tecnologías de uso presencial como por tecnologías virtuales y en este sentido este tipo de estrategia potencialmente permitiría mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

2.3.1. Sobre las herramientas específicas de un ambiente virtual de aprendizaje

Los ambientes virtuales de aprendizaje deben contener algunos de las siguientes herramientas:

- Plantillas para elaboración de contenido.
- Foros.
- Chats.
- Cuestionarios y ejercicios tipo múltiple-opción, verdadero/falso y respuestas de una palabra.
- Blogs.
- WebQuest.
- RSS.
- Control de acceso.
- Elaboración de contenido educativo (Wiki).
- Administración de grupos de estudiantes.
- Desarrollo de calendarios para individuo, grupo o curso.
- Colaboración de comunicación con voz y video.
- Galería de fotos.
- CMAP: Concept Mapping.
- Bookmarks.

Las herramientas anteriores se pueden clasificar en herramientas de comunicación, herramientas de productividad, de intervención del estudiante, de soporte, de entrega de cursos y de diseño del currículo, dicha clasificación de muestra a continuación:

- Herramientas de comunicación: foros, intercambio de archivos, e-mail, anotaciones, chats, servicios de video y tablero o pizarra electrónica.
- Herramientas de productividad: bookmarks, calendario, orientación ayuda, búsqueda y trabajo fuera de línea.
- Herramientas de intervención del estudiante: trabajo en grupo, autoevaluación, construcción de comunidades estudiantiles y portafolio.
- Herramientas de soporte: herramientas de administración, autenticación, autorización de cursos privilegios, servicio de hosting e integración con sistemas de administración de estudiantes.

o Herramientas de entrega de cursos: exámenes automáticos y puntuación, administración de cursos, helpdesk instructores, herramientas de calificación en línea y seguimiento de estudiante.

o Herramientas de diseño del currículo: conformidad de accesibilidad, intercambio de contenido reutilización, plantilla de cursos, administración del currículo, presentación configurable, herramientas de diseño instruccional y conformidad con estándares instruccionales.

.

2.4 Desarrollo Del Proceso De Investigación

Después de estudiar algunos modelos aplicables a los ambientes virtuales y contrastarlo contra las características de los ambientes virtuales de aprendizaje y sus diversos componentes y teniendo en cuenta las herramientas específicas que componen los ambientes virtuales podemos extraer que las características relevantes de un modelo para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje se pueden establecer usando el proceso descrito en la siguiente figura:

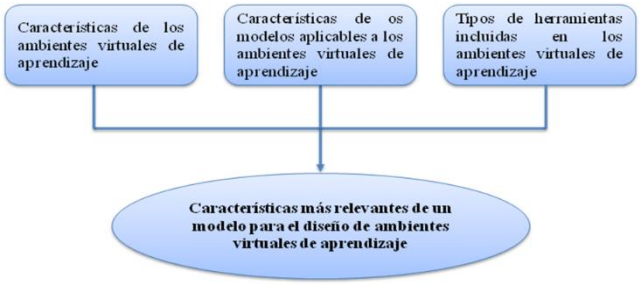


Figura 1. Proceso de desarrollo seguido para la obtención de las características relevantes de un modelo para el diseño de ambientes virtuales

Siguiendo el anterior proceso y analizando la información detallada de cada uno de los recuadros de la gráfica anterior se proponen características que deben ser las relevantes en un modelo tendiente a diseñar ambientes virtuales de aprendizaje.

Dado que las características establecidas usando el anterior proceso fueron extensas se han clasificado en cinco características para lograr su mayor comprensión

- Características tendientes a garantizar que un proyecto de construcción de un AVA se exitoso en su parte de planeación. Para estas características, se plantea tener en cuenta los siguientes aspectos relevantes:

  Estudio de mercado de potenciales usuarios

  Selección de la metodología para construcción de AVA

  Marco referencial sobre uso de otros AVA de las temáticas relacionadas

  Estudio de marcos referenciales sobre modelos aplicables al AVA que se desea construir

  Elaboración de una buena justificación y necesidades para el desarrollo del AVA que se desea construir.

  Definición y análisis si el AVA tendrá elementos de educación Blender

  Definición y análisis si el AVA tendrá elementos de gamificación

Características tendientes a garantizar un proceso de desarrollo de contenidos acorde a su publicación posterior en un ambiente virtual de aprendizaje. El modelo para el diseño de ambientes virtuales debe tener en cuenta el diseño curricular de los contenidos. Además, debe incluir un modelo de actualizaciones de contenidos acorde con el tipo de ambiente virtual que se pretende desarrollar y por último debe tener claras las políticas de producción intelectual de contenidos con el fin de lograr tener claridad la autoría de los contenidos publicados en el ambiente. Para estas características, se plantea tener en cuenta los siguientes aspectos relevantes:

Producción intelectual

Diseño curricular de temas

Análisis del material

Guion instruccional

Preproducción

Recopilación del material didáctico

Producción del contenido

Edición del material

Características tendientes a garantizar un proceso de desarrollo de diseño didáctico acorde a las características de los ambientes virtuales:

El modelo para el diseño de ambientes virtuales debe permitir tener un proceso de clasificación de material que posteriormente será publicado en el ambiente virtual y poder incorporar procesos, actividades y técnicas que capturen la tipología del usuario del ambiente virtual. En este caso se deben tomar en cuenta elementos de diseño de contenidos, de diseño instruccional y de diseño multimedial. Para estas características, se plantea tener en cuenta los siguientes aspectos relevantes:

Capacitar a los docentes en modelos pedagógicos

Capacitar a los docentes en modelos didácticos

Capacitar a docentes para que tengan competencias en diseño instruccional

Hacer disertaciones sobre el área de conocimiento

Uso de herramientas de diseño del AVA

Mejoramiento de las herramientas de diseño del AVA

Manejo de herramientas de diseño del currículo

Manejo de herramientas de conformidad de accesibilidad

Manejo de herramientas de intercambio de contenido reutilización

Manejo de herramientas de plantilla de cursos

Manejo de herramientas de administración del currículo

Manejo de herramientas de presentación configurable

Manejo de herramientas de herramientas de diseño instruccional y conformidad con estándares instruccionales

Características tendientes a garantizar un proceso dé soporte formal una vez se ha desarrollado el ambiente virtual:

El modelo debe permitir el desarrollo de ambientes virtuales que incorporen procesos de administración y gestión de la configuración una vez el ambiente virtual este en uso por parte de profesores, estudiantes y demás usuarios. Aquí se pueden tomar en cuenta, algunos de los elementos descritos por la doctora Sierra en cuanto al soporte en plataforma. Para estas características, se plantea tener en cuenta los siguientes aspectos relevantes:

Actualizaciones de contenidos

Postproducción del contenido

Puesta en la plataforma del material

Soporte de plataforma

Actualización de plataforma

Cambio de plataforma

Adecuación de plataforma

Migración de plataforma

Vigilancia tecnológica de otras plataformas

Monitoreo del uso de las herramientas de comunicación del AVA

Manejo de herramientas de administración

Uso de herramientas de autenticación

Uso de herramientas de autorización de cursos privilegios

Monitoreo del servicio de hosting

Actividades de integración con sistemas de administración de estudiantes

- Características tendientes a garantizar que el ambiente virtual brinde asesoría, orientación y seguimiento a los usuarios del ambiente virtual:

El modelo debe permitir incorporar procesos y metodologías de motivación que permitan a los estudiantes mantenerse activos en la plataforma motivados por medio de premios o incentivos. Adicionalmente, el modelo debe permitir incorporar procesos de trabajo autónomo de tal manera que el ambiente construido bajo este modelo contenga actividades de aprendizaje que el estudiante puede realizar fuera de clase para reforzar los temas que él requiera. Aquí se podrían tomar en cuenta los elementos de la doctora Sierra en cuanto a las tutorías. Para estas características, se plantea tener en cuenta los siguientes aspectos relevantes:

Actualizaciones de contenidos

Análisis de la tipología de usuario

Guion instruccional

Las técnicas y didácticas

Situaciones pedagógicas

Actividades pedagógicas

Asesorías a estudiantes

Seguimientos a estudiantes

Asesorías a docentes

Seguimiento a docentes

Seguimiento de resultados de aprendizaje

Manejo de herramientas de intervención del estudiante

Manejo de herramientas de trabajo en grupo

Manejo de herramientas de autoevaluación

Manejo de herramientas de construcción de comunidades estudiantiles

Manejo de herramientas de portafolio

Manejo de herramientas de entrega de exámenes automáticos y puntuación

Manejo de herramientas de administración de cursos

Manejo de herramientas de helpdesk instructores

Manejo de herramientas de calificación en línea

Manejo de herramientas de seguimiento de estudiante

- Características tendientes a garantizar que el ambiente virtual desarrollado involucre métodos y procesos que garanticen un diseño multimedial acorde con la temática del ambiente virtual que se pretende desarrollar:

El modelo debe permitir la incorporación de procesos de selección de material de tal manera que la plataforma desarrollada contenga una forma clara de selección de selección de material y además debe permitir la incorporación de metodologías y procesos para la edición y transformación de material de tal suerte que se tengan estrategias claras que permitan a los publicadores de contenidos en el ambiente virtual abordar la edición del material con un formalismo acorde con el tipo de material que se piensa debe tener el ambiente virtual. Para estas características, se plantea tener en cuenta los siguientes aspectos relevantes:

Actualizaciones de contenidos

Guion instruccional

Capacitación a docentes sobre el uso de la plataforma

Capacitación a docentes sobre ventajas de la plataforma

Verificación que los docentes dominan la plataforma.

3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Como referencia sobre trabajos realizados sobre ambientes virtuales que se basan en la metodología propuesta se encuentran los siguientes proyectos:

- Ambiente virtual de aprendizaje para la enseñanza de la física mecánica (G. Gutiérrez):

En esta tesis realizada por el grupo de investigación METIS de la Facultad Tecnológica el ambiente virtual de aprendizaje ÁTOMOS, se presenta como una solución a las problemáticas identificadas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Mecánica, Electromagnética y Óptica en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se desarrolló con el objetivo de reforzar las clases teóricas y presenciales a partir de la creación de un espacio síncrono y asíncrono de estudio de la física.

Átomos implementa un sistema de registro, el cual permite que los usuarios (profesor, estudiante y administrador) puedan registrarse o ser registrados para luego ingresar y disfrutar de los servicios y herramientas del ambiente virtual de aprendizaje. El registro se realiza con la participación del usuario llenando un formulario de inscripción en el que se solicita información personal. Átomos con diferentes subsistemas y herramientas como el gestor de contenidos, el foro, el repositorio de OVAS, el Wiki, el Chat, entre otros, crea un entorno didáctico e interactivo que hace del aprendizaje de la física algo más sencillo e interesante.

- Prototipo de un Ambiente Virtual de Aprendizaje para la enseñanza de la Programación (A. Noguera):

En esta tesis el prototipo de ambiente virtual de aprendizaje busca apoyar la enseñanza de la programación de computadores en los semestres del Proyecto Curricular de Sistematización de Datos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, es una aplicación Web que intenta que el estudiante se interese en mejorar su trabajo autónomo, además permite que el profesor tenga mayor contacto con los estudiantes a través de un medio no presencial como lo es ésta aplicación, ya sea con una comunicación síncrona o asíncrona, desarrollando sistemas previamente definidos los cuales son: sistema de almacenamiento (gestor de contenidos), interacción (Wiki, foro, chat Weblog), registro, enlaces, comunicación, comunidades, seguimiento y ayuda.

- Prototipo de Ambiente Virtual de Aprendizaje soportado en tecnología grid computing que apoye el proceso de enseñanza de la química (J. Mendoza):

Este prototipo es un portal educativo desarrollado con tecnologías para ambientes Web utilizando una arquitectura multicapas conocida como J2EE y utilizando un Grid para la distribución del procesamiento de datos. Este portal esta desarrollado y diseñado para permitir el acceso a recursos de software robustos, como lo son los simuladores

que posibiliten al estudiante tener un ambiente Web propicio para construir y fortalecer su conocimiento en el área de la química.

4 CONCLUSIONES

El desarrollo de un modelo para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje no es tarea fácil por cuanto requiere el estudio formal y juicioso de aspectos tan complejos como las características de los ambientes virtuales, las metodologías para el desarrollo de ambientes virtuales, y las características de los ambientes virtuales.

Las características relevantes de un modelo para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje son bastante generales y extensas, por lo que deben priorizarse al momento de definir un modelo de diseño de ambiente virtual teniendo en cuenta el tipo de ambiente virtual que se va a realizar y la temática principal que va a manejar el ambiente virtual.

Cada una de las características mostradas en el escrito puede asociarse directamente con una metodología, con lo cual el establecimiento de un modelo para el diseño de un ambiente virtual se complica pues se hace necesario escoger el valor de dicha característica estudiando las metodologías que permiten establecer la característica y hacer este proceso recursivamente para todas las características y una vez se haya hecho para todas las características se ha formalizado la descripción de un modelo para el diseño de ambientes virtuales pero únicamente para un determinado tipo de ambiente virtual de aprendizaje.

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.

REFERENCIAS

A. Noguera, D. R. (s.f.). *Prototipo de un ambiente virtual de aprendizaje para la enseñanza de la programación". Trabajo de grado.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica .

Ayarza., A. (2000). *Educación en Tecnología. Propuesta para la educación básica". , .. Primera Edición.* Bogotá : Cooperativa Editorial Magisterio. Ministerio de Educación Nacional - República de Colombia.

C. Morales, e. a. (2000). *Ambientes de Aprendizaje Computarizado*. Recuperado el 20 de Mayo de 2010, de http://www.investigacion.ilce.edu.mx/dice/proyectos/AmbienteAprendizaje/marcoamb.htm

Chiappe, A. (2006). *Modelo de Diseño instruccional basado en objetos de aprendizaje (MDIBOA): Aspectos relevantes.* Recuperado el Junio de 2010, de Universidad de la Sabana: http://oas.unisabana.edu.co/files/MDIBOA.pdf

Facundo, A. H. (Noviembre de 2004). *La virtualización desde la perspectiva de la modernización de la educación superior: consideraciones pedagógicas". 2004 Revista Universidad y Sociedad de Conocimiento.* Recuperado el 14 de Abril de 2017, de Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78011256002

Forero, R. (2000). *Hacia nuevos ambientes de aprendizaje Inducción a la educación a distancia*. Veracruz: OEA/Universidad Veracruzana.

G. Gutiérrez, L. B. (s.f.). *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.* Bogotá: Facultad Tecnológica.

G. Nemirovski, U. N. (1998). *Setting Requirements for Learning Software.* Freiburg: Alemania.

Galindo, C. A. (2006). *Implementación de un Sistema de educación virtual en una institución de educación superior*. Obtenido de Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220466005

ICFES. (2002). *Contextualización de la enseñanza virtual en la Educación Superior* . Bogotá: ICFES.

J. Mendoza, W. R. (s.f.). *Prototipo de ambiente virtual de aprendizaje soportado en tecnología Grid Computing que apoye el proceso de enseñanza de la química". Trabajo de grado*. Bogotá: Universidad Distrital francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica.

MEN. (2010). *Colombia aprende*. Recuperado el 14 de Abril de 2017, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-234531.html

MENDOZA, A. G. (1999). *Ambientes virtuales de aprendizaje: Una metodología para su creación.* Recuperado el 14 de Abril de 2017, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-106223_archivo.pdf

otros, A. D. (2012). *La Educacion Virtual Como Estrategia Para Mejorar El Proceso De Enseñanza – Aprendizaje De Los Estudiantes De La Institucion Educativa Liceo Politecnico Del Sinu.* Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/404/1/proyecto%20final%20educacion%20virtual.pdf

S, C. (1993). *Manual para el curso de psicología de la educación* . México: ITESM.

Swick, R. R. (1999). *RDF - Using XML to describe Data*. Recuperado el 14 de Abril de 2017, de http://www.w3.org/Talks/1999/0512-RDF-rrs/

Torres, M. P. (2008). *Uso de ambientes virtuales y selección de parámetros de medidas en la aplicación para el tratamiento de fobias"*. (R. I. Desarrollo, Ed.) Recuperado el 14 de Abril de 2017, de http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/23/2_Uso%20de%20ambientes%20virtuales.pdf

Universidad Tecnológica de Pereira. (2010). *Certificados Tutoría En Ambientes Virtuales De Aprendizaje*. Obtenido de http://univirtual.utp.edu.co/formacionmen2010/

V. Arancibia, P. H. (1999). *Psicología de la educación.* México: Alfaomega.

Wiley, D. A. (2000). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy.* Recuperado el 14 de abril de 2017, de http://http://wesrac.usc.edu/wired/bldg-7_file/wiley.pdf

AULA VIRTUAL IMPLANTADA EN MOODLE COMO HERRAMIENTA PARA LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE, REGISTRO Y CONTROL ACADEMICO DEL COLEGIO COOPERATIVO DE TIMIZA

Virtual classroom implanted in moodle as a tool for the processes of learning, registration and academic control of the Cooperative School Timiza

CINDY DANIELA SUAREZ GONZÁLEZ
Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
cdsuarezg@correo.udistrital.edu.co

JONATHAN ALBERTO VEGA ORTEGA
Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
jonathan.alor@gmail.com

HÉCTOR JULIO FÚQUENE ARDILA
Universidad Distrital. Miembro grupo de investigación IAFT.
hfuquene@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presenta el diseño e implementación del proyecto, *Aula Virtual Implantada En Moodle Como Herramienta Para Los Procesos De Aprendizaje, Registro Y Control Académico Del Colegio Cooperativo De Timiza*, con la motivación de impulsar el desarrollo tecnológico y participativo en el Colegio Cooperativo de Timiza; donde surge la necesidad de implementar nuevas herramientas educativas, para fortalecer los estándares académicos.
En la construcción del proyecto educativo, se plasmó módulos de registro de asistencia, biblioteca virtual y evaluación institucional como parámetros fundamentales según los requerimientos asignados por la institución. Entregando así, un ambiente virtual de plataforma web para alcance de los estudiantes de la institución.

PALABRAS CLAVE

Moodle, Aula Virtual, Software Libre, Aprendizaje, Módulos, LMS.

ABSTRACT

This document shows the implementation of the project "*Virtual Classroom Implemented In Moodle As A Tool For The Learning, Registration And Academic Control Processes Of The Timiza Cooperative School"*, with the motivation to promote technological and participatory development in the Timiza Cooperative School; where the need arises to implement new educational tools to strengthen academic standards.
In the construction of the educational project, assistance registration modules, virtual library and institutional evaluation, modules were planned as fundamental parameters according to the requirements assigned by the school. Providing thus a virtual environment of web platform to reach the students of the institution.

KEYWORDS

Moodle, Virtual Classroom, Open Source, Learning, Modules, LMS.

INTRODUCCIÓN

Este artículo explica de una manera detallada la investigación y aplicación de la solución planteada, respecto a la problemática evidenciada en el Colegio Cooperativo de Timiza en la ciudad de Bogotá.

A partir de la problemática encontrada en la que el Colegio Cooperativo de Timiza, no cuenta con un medio unificado, en el cual estudiantes y docentes, interactúen con respecto a actividades netamente académicas y concernientes al desarrollo de conocimiento por parte de los estudiantes, se expuso en un inicio una solución tecnológica, la cual se presentó como proyecto de grado escogido con modalidad pasantía, que lleva como nombre "Aula virtual implantada en Moodle como herramienta para los procesos de aprendizaje, registro y control académico del Colegio Cooperativo de Timiza".

La muestra del desarrollo de la plataforma virtual se fundamentó en el concepto de código abierto o software libre, trabajado bajo el LMS Moodle. Inicialmente, se implanto Moodle como sistema base del aula virtual para la creación de nuevos módulos requeridos por la institución que dan solución al problema.

La aplicación permite entre otras cosas realizar la evaluación docente, realizar la evaluación institucional, módulo para hacer seguimiento a la asistencia escolar, biblioteca virtual, así como la posibilidad de gestionar usuarios y contenido dentro del aula virtual. En base a esto, las oportunidades que permite la plataforma son la escalabilidad de los módulos existentes y la evolución continúa de la herramienta de aprendizaje virtual.

Planteamiento del problema

El principal problema evidenciado, es que el colegio no cuenta con un medio unificado en el cual estudiantes y docentes interactúen con respecto a actividades netamente académicas y concernientes al desarrollo de conocimiento por parte de los estudiantes.

Formulación del problema

¿La implementación de un aula virtual a través de una herramienta web logrará mitigar la falta de comunicación entre docentes y estudiantes fuera del aula de clase, y además, facilitará la integración de las diferentes asignaturas en un aula virtual en el Colegio Cooperativo de Timiza?

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar en el Colegio Cooperativo de Timiza un aula virtual, implantada con Moodle, que posibilite la incorporación de nuevos módulos didácticos, que complementen los procesos de aprendizaje y, registro y control académico de los estudiantes.

Objetivos específicos

- Utilizar el código abierto de Moodle, como base para la elaboración del aula virtual.
- Desarrollar módulos por medio de la adaptación a los requerimientos solicitados en la institución, los cuales son: evaluación institucional, biblioteca virtual, registro y control académico de la asistencia de cada estudiante.
- Diseñar y establecer una base de datos acorde a las necesidades del Colegio Cooperativo de Timiza, la cual permita un alojamiento de los usuarios registrados en el entorno, ocasionando una evolución conforme aumenten las necesidades de los usuarios.
- Garantizar la seguridad y confiabilidad de la información ingresada por el estudiante y el docente, mediante la asignación de permisos a cada usuario, logrando un sistema más seguro y estable.
- Capacitar a los docentes y alumnos para el manejo y ejecución de las tareas específicas del aula virtual, para así incrementar el uso de la herramienta de una manera continua y segura.
- Hacer pruebas sobre la funcionalidad del aula virtual.

AULAS VIRTUALES

El aula virtual es el medio en la WWW el cual los educadores y educandos se encuentran para realizar actividades que conducen al aprendizaje. (Horton, 2000). El aula virtual no debe ser solo un mecanismo para la distribución de la información, sino que debe ser un sistema en donde las actividades involucradas en el proceso de aprendizaje puedan tomar lugar, es decir que deben permitir interactividad, comunicación, aplicación de los conocimientos, evaluación y manejo de la clase[7]. Las aulas virtuales hoy toman distintas formas y medidas, y hasta son llamadas con distintos nombres. Algunas son sistemas cerrados en los que el usuario tendrá que volcar sus contenidos y limitarse a las opciones que fueron pensadas por los creadores del espacio virtual, para desarrollar su curso. Otras se extienden a lo largo y a lo ancho de la red usando el hipertexto como su mejor aliado para que los alumnos no dejen de visitar o conocer otros recursos en la red relacionados a la clase.

La educación virtual es una experiencia reciente, que ha tenido una expansión vertiginosa en el mundo entero. Como ha sucedido en otros campos, la aplicación de la tecnología digital a la educación se ha desarrollado desde dos corrientes estratégicas[8]: la comunicación y la informática.

Plataformas telemáticas para construcción de Aulas virtuales de aprendizaje

Existen numerosos tipos de plataformas virtuales; sin embargo, todas ellas permiten la creación y la gestión de cursos completos para la Web sin que sea necesario un conocimiento profundo de programación o de diseño gráfico. Por lo general, las plataformas virtuales incluyen herramientas para facilitar el aprendizaje, la

[7] "El aula virtual: usos y elementos que la componen." Pág. 1

[8] UNESCO. INSTITUTO INTERNACIONAL PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE – IIESALC. LA EDUCACION SUPERIOR VIRTUAL EN COLOMBIA. Por: Ángel H. Facundo D., Ph.D. En internet: <www.virtual.unal.edu.co/areas/informacion/loscursos/elearning/eduvirtualcolombia.pdf>

comunicación y la colaboración; herramientas de gestión del curso; y herramientas para el diseño del interfaz de usuario. Las condiciones que determinan la adopción de una plataforma determinada dependen de las características del entorno educativo en el que se vaya a utilizar. En la actualidad, WebCT controla el cincuenta por ciento del mercado de los entornos de aprendizaje integrados, con más de 2200 instituciones que utilizan esta plataforma en setenta y nueve países distintos. Otros entornos de gran implantación son Blackboard (utilizada por el Sena y la Universidad Javeriana actualmente) First Class, eCollege, Angel, etc.

LMS - Sistema De Gestión De Aprendizaje Online

Learning Management System (LMS) o Sistema de Gestión del Aprendizaje, es un software instalado generalmente en un servidor web (puede instalarse en una intranet), que se emplea para crear, aprobar, administrar, almacenar, distribuir y gestionar las actividades de formación virtual (puede utilizarse como complemento de clases presenciales o para el aprendizaje a distancia)[9]. Un LMS sirve de soporte, tanto a docentes como a alumnos, en el momento de llevar adelante un proyecto de enseñanza y aprendizaje virtual. Sus características son: Interactividad, Flexibilidad, Escalabilidad, Estandarización, Efectividad y Eficiencia.

Moodle: Open Source

Ofrece soluciones e-learning, que se ajustan a las necesidades. Moodle es el mejor sistema de educación virtual con licenciamiento GPL; la respuesta tecnológica del código abierto a los sistemas educativos. El e-learning es la solución óptima para la capacitación de todo tipo de entornos. Con e-learning se podrá programar cursos en permanente actualización con la capacidad de alto impacto por permitir la independencia geográfica de los individuos en formación, generar foros de comunicación, realizar evaluaciones con preguntas cerradas y abiertas con verificación del tutor, etc. El usuario tan solo requerirá una conexión a Internet.

¿Por qué Moodle en la creación de un entorno de aprendizaje?

Moodle reflexiona bajo una comunidad global de usuarios, dando una sólida plataforma de aprendizaje de código abierto y alcanzando su registro en más de 200 países y en 78.826 lugares instalado como herramienta de aprendizaje[10]. No obstante, el desarrollo exponencial que realiza Moodle cada año buscando lanzar nuevas versiones. Algunas características que nos permite Moodle:

- El profesor tiene absoluto control sobre los contenidos del curso.
- Normalmente, se establecen plazos de entrega de actividades y el profesor monitorea el desarrollo.
- Permite colocar como recurso enunciados de exámenes, y la posibilidad de subir su resultado como archivos adjuntos, con horario de plazo de entrega.
- Reutilización de los cursos.
- Posibilidad de crear cursos conjuntamente con otros compañeros profesores del mismo o diferente centro.
- Facilidad de comunicación con sus alumnos y con el resto de profesores del curso.
- Es posible cambiar el modo de edición de profesor a vista del alumno. De esta forma, permite asegurarse que los alumnos vean en la plataforma sólo que deben ver y ocultar el resto.
- Los estudiantes se familiarizan rápidamente con el entorno de la plataforma.
- Permite que cada estudiante tenga su propio ritmo de trabajo.
- Feedback inmediato en muchas actividades, incluida la evaluación.

[9] http://cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf
[10]https://moodle.net/stats/

- En los exámenes tipo “múltiple choice”, puede verse el resultado inmediatamente después de que el alumno lo terminó.
- Los alumnos pueden participar en la creación de glosarios, y en todas las lecciones se generan automáticamente enlaces a las palabras incluidas en estos.

Desarrollo del aula virtual

Metodología utilizada en el desarrollo de la aplicación

RUP es una metodología cuyo fin es entregar un producto de software. Se estructura todos los procesos y se mide la eficiencia de la organización. Es un proceso de desarrollo de software el cual utiliza el lenguaje unificado de modelado UML[11], la cual contempla las siguientes fases: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición.

Implementación de Moodle

En base a las plataformas de aprendizaje, Moodle fue seleccionado como base central del entorno por su interactividad, escalabilidad y adaptabilidad para los usuarios, en este caso los estudiantes y docentes, sin obviar la comunidad de soporte global que tiene Moodle, la cual da solución a las diferentes fallas e información respecto a la evolución de este LMS. Por lo cual, el esquema de funcionalidad de la plataforma se trabaja bajo los requisitos de Moodle 3.0.6.

Creación de módulos

La creación de los módulos de evaluación institucional, biblioteca virtual, registro y control académico de asistencia, fueron desarrollados conforme a los requerimientos establecidos por el usuario y la adaptabilidad de la aplicación. De acuerdo a esto, las tecnologías utilizadas para la programación fueron: PHP, MySQL, HTML5, CSS3, JQUERY, Javascript, el framework Bootstrap, bajo el patrón de diseño MVC.

Biblioteca virtual

Espacio que simula un ambiente de biblioteca de manera virtual, en donde se impulsa la búsqueda de información, la lectura y la investigación, de una manera didáctica y actual.

Fig. 1. Página principal de Biblioteca digital. Fuente: Autor

[11] Tomado de: http://ima.udg.edu/~sellares/EINF-ES2/Present1011/MetodoPesadesRUP.pdf RationalUnifiedProcess (RUP)

Control y registro de asistencia virtual

Este es un espacio, para el registro y control de asistencia académica, que tiene como objetivo acelerar y facilitar los procesos en cuanto a este proceso, dando una solución tecnológica para ello.

Fig. 2. Módulo de asistencia. Fuente: Autor

Evaluación institucional

Este es un espacio, para el registro y control de asistencia académica, que tiene como objetivo acelerar y facilitar los procesos en cuanto a este proceso, dando una solución tecnológica para ello.

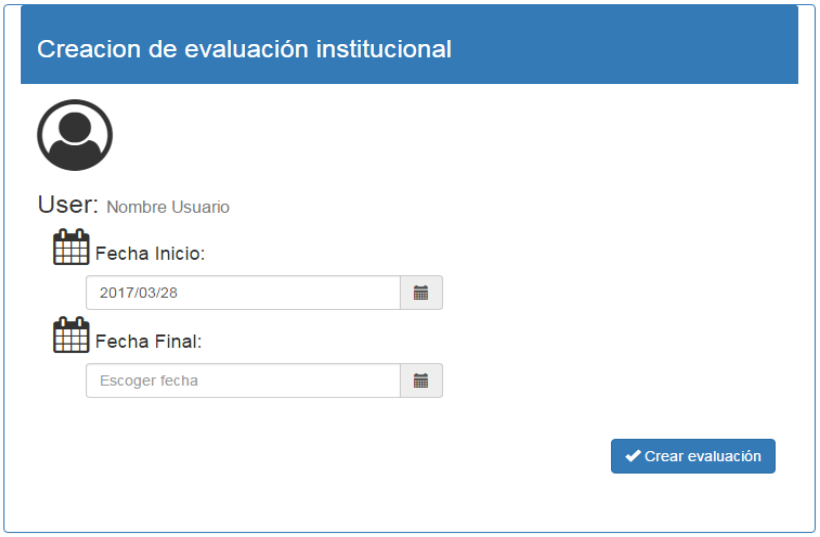


Fig. 3. Formulario de creación Evaluación Institucional. Fuente: Autor

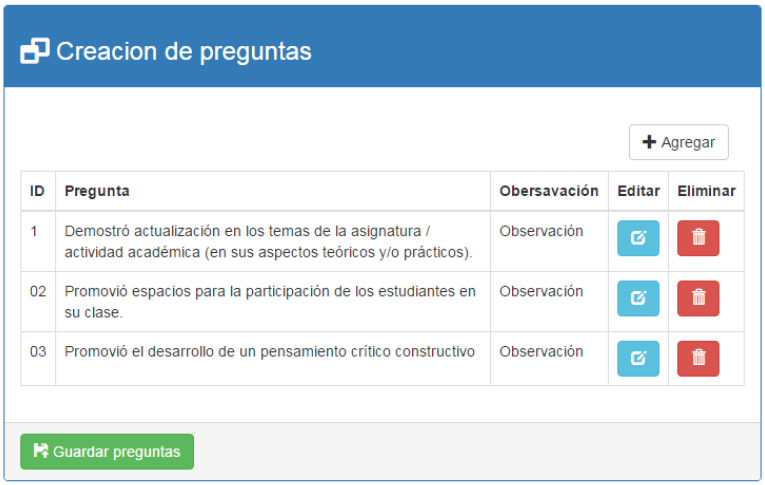


Fig. 4. Creación de preguntas de Evaluación institucional .Fuente: Autor

En términos generales, la apropiación de herramientas tecnológicas ha generado un cambio significativo tanto en estudiantes como en docentes en los hábitos de apropiarse del conocimiento como en los hábitos de impartirlo; esto en comparación con metodologías de antaño que implicaba prácticas como la memorización y la repetición del discurso del docente.

En la actualidad el estudiante tiene acceso a información, documentos, manuales, tutoriales y un gran número de cursos en línea con los cuales complementar su proceso de formación.

El proceso de formación en línea, permite al estudiante llevar su propio ritmo lo que implica establecer parámetros como horario, los temas en los cuales puede o quiere profundizar, apoyarse en otros autores y otros materiales y lo que es más importante, interactuar con otros estudiantes en un ambiente más informal que el académico.

CONCLUSIONES

- Como resultado al desarrollo y proceso de implementar un ambiente virtual de aprendizaje, es posible concluir que el campo educativo permite innovar y crear nuevas ideas, que rompan un esquema educativo tradicional del bachillerato o secundaria básica; trayendo nuevos procesos y métodos en el descubrimiento de ideas tecnológicas.
  El descubrimiento de tecnologías permitió concluir que los módulos de biblioteca virtual, control y registro de asistencia y, evaluación institucional, recopilan procesos tradicionales que se hacían de manera desordenada en la institución, para transcender a métodos sistemáticos de la información, registrando y evaluando la información de la manera más eficiente posible, sin subir el costo de tiempo en su análisis.
- El resultado final en la solución de una problemática desigual y dividida de plataformas, unificó la interacción entre docentes de la institución y estudiantes, aprobando la asociación de asignaturas, docentes, asistencias, evaluaciones e información de la institución, en una sola plataforma con el distintivo e identidad del Colegio Cooperativo de Timiza.
- El desarrollo del módulo de asistencia fortalece al docente en el proceso de registrar la asistencia del estudiante de su materia asignada, reduciendo el costo de recursos (papel, tiempo, monitor), porque su

almacenamiento en un servidor es más confiable y seguro, a la hora de registrar sus calificaciones finales, teniendo como parámetro este ítem importante en la educación.

- El resultado de ver implementando la evaluación institucional en el Aula Virtual, confiere a la información un aporte gradual; ya que es sistematizada y almacenada para su análisis final por parte de los entes administrativos de la institución. Facilitando y suministrando la información reciente en un tiempo más corto y real.
- La implementación de soluciones tecnológicas que ayuden a acelerar y facilitar los procesos académicos en instituciones educativas, en la actualidad es más posible, debido a que la tecnología y el desarrollo de software va en crecimiento exponencial, lo que nos da a desarrolladores la oportunidad de idear y aplicar nuevos proyectos que ayuden en el sector educativo.
- El software libre o código abierto, es un recurso bastante bueno, para principiantes en el mundo del desarrollo, ya que el hecho de que el código sea compartido permite evidenciar las maneras de generar código; además da la ventaja de que como el código es compartido, haya mayor respuesta a problemas comunes en medio del desarrollo. Por otro lado, permite la actualización de ese mismo código, es decir, una vez subido el aplicativo con su código como una versión inicial, con el pasar del tiempo el desarrollo de otras adiciones basadas en el código inicial, permiten el crecimiento de un aplicativo llevándolo así a otro nivel.
- La plataforma de Aula Virtual del Colegio Cooperativo de Timiza, alberga muchos campos de aprendizaje del colegio, dando apertura a nuevas ideas de desarrollo para fortalecer los campos de enseñanza.

BASES BIBLIOGRÁFICAS

- Horton, W. (2000) Designing web based training Wiley Computer Publisher, New York, NY
- Gilfillan, Lan. La biblia MYSQL. [Libro]. - [s.l.]: Anaya Multimedia.
- Trahtemberg, Leon. El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar. [Publicación periódica] // Revista Iberoamericana. - 2000. - 24.
- Gauchat, Juan D. El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript. [Libro]. - Barcelona: Marcombo S.A, 2012.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Consejo de Universidades. (2001). *Acciones de mejora (Premio Convocatoria 2000): Plan de Calidad de las Universidades.* Madrid: Secretaria General Técnica.
- Monge, R., Azofeifa, C., & Chamberlain, A. (2005). *2. Tic's en las Pymes de Centroamérica – Impacto de la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas.* . Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Cardenas, M. L. (2009). *Indicadores de gestión de los programas Académicos de campo (PAC) de la universidad del Rosario.* Bogotá: Universidad del Rosario.
- Monge, R., Azofeifa, C., & Chamberlain, A. (2005). *2. Tic's en las Pymes de Centroamérica – Impacto de la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas.* Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Navarro, M., &Lladó, D. (2014). *La gestión escolar: Una aproximación a su estudio.* México, DF: Palibrio.
- Administration, M. 2. (2011). Alex Buchner. Miami: Community Experience Distilied.
- Cobo, Á., Goméz, P., Pérez, D., & Rocha, R. (2005). PHP y MySQL: Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web. Madrid: Díaz de Santos.
- García, Ó. A., González, D. G., Rodríguez, M. T., & García-Arista, M. Á. (2009). Innovación en docencia universitaria con moodle. Casos prácticos. Alicante: Club Universitario.

Webgrafía

- https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript
- https://jquery.com/
- https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS/CSS3
- https://es.scribd.com/doc/119900494/Learning-Management-System-Technologies-and-Software-Solutions-for-Online-Teaching-Tools-and-Applications

SSEE PARA DIAGNÓSTICO DE INTELIGENCIAS Y ESTILOS DE APRENDIZAJE

JUAN BALTAZAR CRUZ RAMÍREZ
Universidad Autónoma de Guerrero
cruzramirez@uagrovirtual.mx

TRAVIS ASHWORTH
Universidad Autónoma de Guerrero
travisashworth2007@gmail.com
JESÚS POLICARPO COCTECON
Universidad Autónoma de Guerrero

MAYRA JULISA TORRES HERNÁNDEZ
Universidad Autónoma de Guerrero

LUIS ALBERTO HERNÁNDEZ SALAZAR
Universidad Autónoma de Guerrero

MAURO CRISTOPHER VELÁZQUEZ TABAREZ
Universidad Autónoma de Guerrero

RESUMEN

La evaluación y diagnóstico tradicional de la inteligencia y los estilos de aprendizaje se han considerado fundamentalmente de forma cuantitativa, mediante la evaluación de un número (medida de cociente intelectual) sustentadas en una serie de diferentes pruebas. Sustentados en la clasificación de inteligencias múltiples y los estilos de aprendizaje, se desarrolló un modelo de sistema experto de diagnóstico asistido por computadora para identificar las inteligencias múltiples y los estilos de aprendizaje de los estudiantes en el entorno virtual del sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero.

ABSTRACT

Evaluation and diagnosis of intelligence and learning styles in a traditional way have been mainly considered in a quantitative approach, measured by IQ results and sustained by different tests. According to the classification of multiple intelligences and learning styles, authors developed an expert-diagnostic system aided by computer programming and focused on identify multiple intelligences and learning styles of students at Virtual University of Autonomous University of Guerrero.

Categorías y Descriptores Temáticos

• General and reference~General conference proceedings • Software and its engineering~Model-driven software engineering

Términos Generales

Sistemas expertos, programación declarativa, diagnóstico

PALABRAS CLAVE

SSEE, PROLOG, XPCE.

KEYWORDS

SSEE, PROLOG, XPCE.

INTRODUCIÓN

La evaluación y diagnóstico tradicional de la inteligencia y los estilos de aprendizaje se han considerado fundamentalmente de forma cuantitativa, mediante la evaluación de un número (medida de cociente intelectual) sustentadas en una serie de diferentes pruebas Este concepto tradicional de la inteligencia es usualmente unidimensional, lineal y estático.

De acuerdo a Howard Gardner [1], se ha evidenciado que la inteligencia, a diferencia del paradigma clásico, no es una única, sino que es un conjunto de inteligencias, diversas y múltiples. Estas inteligencias están definidas como la capacidad de ordenar los pensamientos y coordinarlos con las acciones, lo que resulta en el desarrollo, por un lado, en la capacidad de solucionar problemas en un ambiente determinado, y por otro, la capacidad de comprenderlos, dando lugar a una competencia creativa en el entorno en el que estos problemas están planteados.

Por tanto, actualmente se considera que la inteligencia es un factor biopsicosocial que en ningún momento está predeterminado, sino que es un conjunto de potencialidades entrenables y educables. De acuerdo con Gardner [1] utilizaremos la clasificación de 8 tipos de inteligencia, que son:

- Inteligencia Verbal
- Inteligencia Visual espacial
- Inteligencia Intrapersonal
- Inteligencia kinestesica-corporal
- Inteligencia Lógico-matemática
- Inteligencia Musical-rítmica
- Inteligencia Interpersonal
- Inteligencia Naturalística

Este conjunto de inteligencias se relacionan con el diseño curricular basado en competencias (Secretaría de Educación Pública [SEP], [2], Universidad Autónoma de Guerrero [UAGro] [3], en donde la enseñanza centrada en el estudiante y en el aprendizaje obliga a realizar un trabajo académico que los involucre en el desarrollo de la habilidad para el autoaprendizaje y la responsabilidad compartida, comprendiendo que cada persona aprende de manera distinta, de acuerdo con su potencial y personalidad propias sustentados en sus diversas experiencias y conocimientos, es decir, a partir de los distintos estilos de aprendizaje.

Este acercamiento se complementa con el concepto de estilo de aprendizaje, definido como la estrategia o método para aprender y como éstas varían de acuerdo con lo que se va a aprender, teniendo como resultado una tendencia o predilección al momento de aplicarlas. Son también los rasgos cognitivos que conducen al

sujeto a responder a los ambientes de aprendizaje y las interacciones que se dan en estos, así como la estructura de los contenidos orgánicos (género y biorritmo) y afectivos (expectativas y motivaciones) en conjunto, los que permitirán que se facilite o se obstruya la apropiación del aprendizaje [4]. De acuerdo con el modelo de Alonso, Gallego y Honey (1994), se identifican 4 estilos de aprendizaje, que son:

- Activos
- Reflexivos
- Teóricos
- Pragmáticos

Un Sistema de Software para Evaluación Experta [SSEE] es básicamente un programa de computadora basado en conocimientos, experiencia y habilidad propios de una persona o grupos de especialistas en un área particular del conocimiento humano. Usualmente lleva a cabo tareas que generalmente sólo realiza un experto humano; es decir, es un programa que imita o simula el comportamiento humano en el sentido de que utiliza la información que le es proporcionada para obtener un resultado relacionado con un tema en especial [5].
Sustentados en la clasificación antes mencionada de las inteligencias múltiples y los estilos de aprendizaje, se desarrolló un modelo de SSEE asistido por computadora para identificar las inteligencias múltiples y los estilos de aprendizaje de los estudiantes en el entorno virtual del sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero [SUVUAGro].

OBJETIVOS

Desarrollo de un modelo de diagnóstico para analizar las inteligencias múltiples y los estilos de aprendizaje de los estudiantes del SUVUAGro.
Desarrollo de una herramienta aplicable en la investigación educativa.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el comportamiento de un experto humano en un dominio concreto y en ocasiones son usados por estos. Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas. El sistema desarrollado está formado en primera instancia, por la base de conocimiento (*Knowledge base*), que en este caso son: el Cuestionario Honey y Alonso de Estilos de Aprendizaje [CHAEA] (Alonso, Gallego y Honey, 1992) combinado con el Test de Inteligencias Múltiples (Gardner, 2005 y la base de hechos (*Facts base*), que es la sumatoria de resultante de la combinación de las respuestas obtenidas en los cuestionarios.

La versión original del cuestionario estaba desarrollada en una encuesta de Google Forms [6] pero el análisis de las 120 preguntas era demasiado complicado y los resultados eran puramente numéricos, ya que se almacenaban en una hoja de cálculo (véase figura 1).

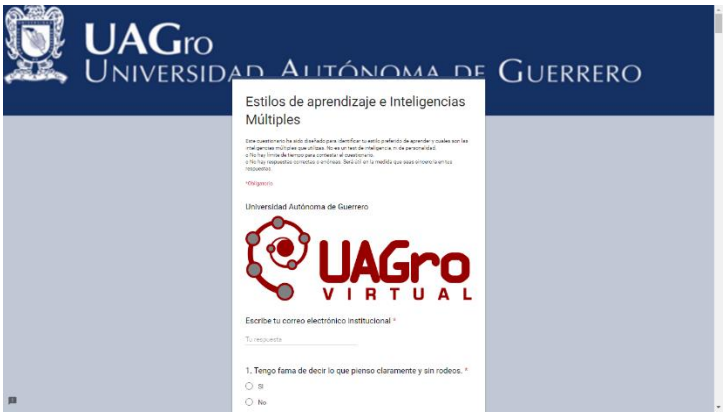


Figura 1. Cuestionario en Google forms.

Se desarrollaron las tablas de combinación de respuestas, que para nuestro proyecto son respuestas cerradas binarias (SI o NO) y se programaron como hechos (*Facts*) en HTML y PHP de acuerdo a la arquitectura de un sistema experto típico (véase figura 2).
La primera versión del programa estaba diseñada en el formato nativo de solo texto de SWI PROLOG, lo que nos permitió probar el Motor de Inferencia, así como la lógica del programa.

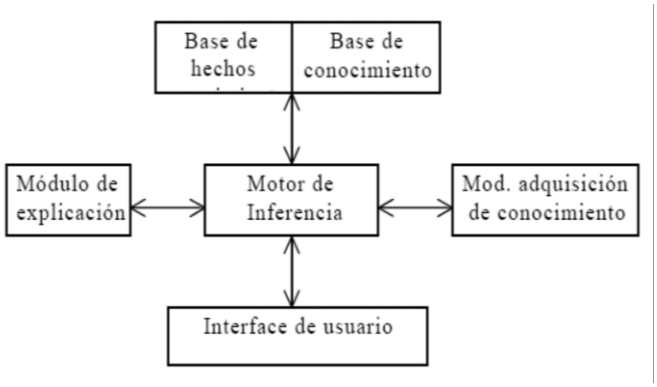


Figura 2. Arquitectura típica de SSEE

Para el desarrollo de la primera interfaz gráfica se utilizó XPCE, que es un conjunto de herramientas para el desarrollo de aplicaciones gráficas en PROLOG y otros lenguajes de computación. XPCE está enfocado en desarrollo de aplicaciones GUI. En la figura 3 se puede observar la interfaz gráfica del modelo de diagnóstico.

Figura 3. Interfaz gráfica del modelo de diagnóstico.

AULA VIRTUAL

Una parte importante de la propuesta es el uso de un Aula Virtual enfocada en la integración de varias actividades a desarrollar. Una vez que se programó en PROLOG la interfaz gráfica, se desarrolló una propuesta de autoevaluación en HTML mediante el uso de una nueva versión del *Sistema e* [7], actualmente conocido como *Lynx*, integrando los cuatro estilos de aprendizaje en un examen de autoevaluación para cada uno, integrando los resultados en una gráfica interactiva de Google Charts, además de botones de acceso a los documentos relacionados con el tema en formato PDF. El diseño mediante *frames* (marcos) permite integrar todos éstos elementos en una sola página WEB (véase Figura 4).

Esta aplicación está actualmente en desarrollo y tiene el objetivo de generar el código HTML para integrar de manera expedita toda la información relacionada con las actividades del Aula Virtual

La estructura de ésta propuesta contempla la integración de actividades interactivas multimedia, así como los textos, enlaces, herramientas y videos, con la opción de descargar la actividad completa a otros dispositivos.

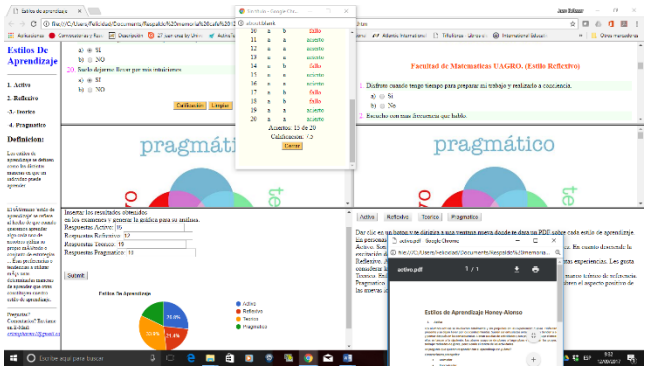


Figura 4. Interfaz gráfica del Aula Virtual.

RESULTADOS

La aplicación de los cuestionarios en Google Forms arrojaba resultados separados, esto es, se obtenían resultados numéricos para Inteligencias Múltiples y para Estilos de Aprendizaje (véase figura 5).

El SSEE desarrollado se clasifica como un sistema de diagnóstico, ya que se desarrolló un modelo basado en el conocimiento existente, los hechos que le dan validez a los resultados, así como observaciones e interpretaciones del modelo. Estos resultados permiten estudiar el comportamiento observado y validar los resultados obtenidos por el diagnóstico.

El uso de los SSEE para el diagnóstico refleja la capacidad de estos sistemas para simular el comportamiento humano de un experto, ya sea para comprobar soluciones o rectificar los resultados obtenidos por otros medios, ya que se sustenta en el conocimiento de otros expertos que diseñaron la metodología de análisis del sistema, en función de los hechos programados.

El Modelo de diagnóstico desarrollado además de arrojar resultados numéricos, también amplía la información mediante el resultado gráfico en un formato poligonal; esto es, el resultado obtenido es una combinación de los resultados separados, pero presentados en formato gráfico, lo que permite un análisis visual de los mismos (véase figura 5).

Estos resultados se pueden exportar a un formato de imagen, con lo que tanto el estudiante como el investigador pueden almacenar no solo la información numérica, sino también un archivo gráfico de los resultados obtenidos.

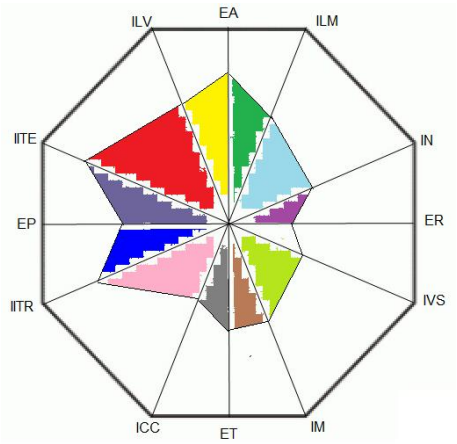
Esos resultados pueden ser analizados mediante un análisis estadístico, lo que convierte a este modelo en una herramienta apropiada para la investigación educativa, ya que conforman el punto inicial del Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo como elemento didáctico en el desarrollo de clases virtuales. [8]

Figura 5. Resultados poligonales separados de Inteligencias Múltiples y Estilos de Aprendizaje.

CONCLUSIONES

El proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales es un sistema complejo en donde la actividad humana facilita a los individuos la atribución para actuar en forma individual, pero integrados en una comunidad. De esta manera, el conocer y reconocer que los estudiantes son entes individuales pero que conservan las características propias de los sistemas humanos como sistemas abiertos, colaborativo e interactivos, encontramos que esta interacción y características particulares se mantienen a través del tiempo y

dependen y contribuyen a su entorno. Es por eso que el conocer que características propias pueden ayudar a su desarrollo, les permitirá evolucionar de manera más eficiente y eficaz, ya que se estarán aprovechando sus ventajas y soslayando sus desventajas en el proceso educativo



REFERENCIAS

[1] Gardner, H. (2005): Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica. Barcelona: Paidós.

[2] Secretaría de Educación Pública (Julio 22, 2015). Enfoque basado en competencias. Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación. Obtenido de: http://www.dgespe.sep.gob.mx/reforma_curricular/planes/lepree/plan_de_estudios/enfoque_centrado_competencias

[3] Universidad Autónoma de Guerrero. (2015). Modelo Educativo. UAGro

[4] Alonso, C.; Gallego D.; Honey, P. (1994). Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. Ediciones Mensajero. Bilbao, España

[5] Parsaye, K. y Chignell, M. (1993). Intelligent database tools & applications. NY, USA. John Wiley & Sons, Inc.

[6] Sistema de Universidad Virtual UAGro. (Julio 22, 2016). Cuestionario de diagnóstico de inteligencias múltiples y estilos de aprendizaje. Obtenido de:https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdss9T5drn6ep4LOmFAZz73NJYK8-j2O2EWA3J5HRUovCyDwA/viewform?c=0&w=1

[7] Cruz, J. (2004). Sistema para la gestión, evaluación y administración de e-learning para la enseñanza de las matemáticas. Acta de la XVIII Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME). CLAME.

[8] Cruz Ramírez, J. (2015). Aplicación del Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo como elemento didáctico en el diseño y aplicación de clases en línea. Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia. 3(3).UANL..

CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS COLOMBIANAS SIN EQUIPOS DE CÓMPUTO O INTERNET SEGÚN LA ENCUESTA EDUC DE EDUCACIÓN FORMAL DEL DANE.

CLAUDIA PATRICIA OVALLE RAMÍREZ
Universidad de Antioquia
Claudia.ovalle@udea.edu.co

RESUMEN

Se presenta un análisis para caracterizar a los colegios públicos que reportan en la encuesta de Educación Formal del DANE –EDUC- que no cuentan con el software y hardware apropiado para su labor educativa. Se identifican las instituciones en cuanto a la modalidad de prestación del servicio educativo, área de ubicación, número de docentes de tecnología y calidad de la institución. Se hace un análisis de los resultados de las pruebas educativas (SABER 5) en estas instituciones, y se establece la relación entre vulnerabilidad educativa del municipio y las carencias en tecnología de los colegios. Los resultados indican que 3546 IE no cuentan con equipos o internet, y esta carencia se ve principalmente en el sector rural y en escuelas a cargo del estado. En el sector urbano hay mayor número de docentes de tecnología en grados superiores y en el rural en el nivel de educación básica. Estos docentes no cuentan con las herramientas tecnológicas necesarias y las escuelas en las que laboran tienen desempeños en pruebas SABER grado 5 por debajo del promedio nacional. Estas escuelas tienen en promedio un Índice de Calidad Educativa cercano a los 4,2 puntos sobre 10 (urbano), y están localizadas en municipios con un Índice de Vulnerabilidad Educativa entre moderado a alto.

PALABRAS CLAVES:

Pruebas SABER, Encuesta de Educación Formal EDUC del DANE, Índice Sintético de Calidad ISCE, Índice de Vulnerabilidad Educativa IVE.

ABSTRACT

An analysis is presented to characterize public schools that report that they do not have the appropriate software and hardware for their educational work. The institutions are identified in terms of the provision of the educational service, area of location, number of technology teachers and quality of the institution. An analysis of the results of the educational tests in these institutions is made, and the relation between the educational vulnerability of the municipality and the deficiencies in technology of the schools is established. The results indicate that 3546 school report they do not have computers or internet, and this lack is seen mainly in the rural sector and in public schools ruled by the state. In the urban sector there is a greater number of technology teachers in higher grades and in the rural sector in the level of basic education. These teachers do not have the necessary technological tools and the schools in which they work score below the national average in SABER 5 standardized tests. These technology-lagged schools have on average an Educational Quality Index of about 4.2 points out of 10 (urban), and are located in municipalities with a moderate to high Educational Vulnerability Index.

KEY WORDS:

SABER test, EDUC Survey, ISCE Quality Index, IVE Vulnerability index.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar a los colegios colombianos que reportan no contar con equipos de cómputo o internet en sus instalaciones, según la encuesta de Educación Formal EDUC 2015 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. Se pretende responder a preguntas cómo: Qué tipo de instituciones tienen esta carencia tecnológica? Existe una relación entre dicha carencia y los resultados de los estudiantes en áreas del aprendizaje como el lenguaje, las ciencias y las matemáticas? Cómo se pueden caracterizar estas instituciones en términos de la calidad de la educación que ofrecen, su contexto socio-económico y otros factores asociados al aprendizaje de los estudiantes?.

Las instituciones educativas tienen la obligación de reportar anualmente datos sobre su gestión y características en la Encuesta de Educación Formal EDUC del DANE (antes llamada C-600). Esta encuesta es una fuente de datos poco aprovechada por los estudiantes e investigadores del campo de la Educación, como lo evidencian el bajo volumen de investigaciones que se basa en este tipo de datos censales.

Entre las variables de la institución que se encuentran en la base de datos EDUC, y que pueden ser relevantes para la investigación en educación, se encuentra el modelo pedagógico del colegio, información sobre las jornadas por institución, intensidad de horas por áreas escolares, número de profesores en el escalafón del decreto 2277 y 1298, número de docentes de género femenino y masculino por nivel escolar, número docentes con grado bachiller, pregrado, postgrado (especialización, maestría y doctorado), números de profesores por materia, información sobre quién es el prestador del servicio (prestador directo, concesión, otro), número de estudiantes aprobados, reprobados, desertores, transferidos, el total de matrícula, y las condiciones de funcionamiento de la escuela (recursos tecnológicos y físicos).

Complementando estas medidas de los colegios colombianos, el Ministerio de Educación Nacional tiene información sobre la calidad de las instituciones medida con el Índice Sintético de Calidad -ISCE- (MEN, 2015), el cual resume en un índice numérico (0 mínimo y 10 máximo) 4 aspectos: progreso (mejora en pruebas censales con relación al año anterior), eficiencia (número de estudiantes que aprueban el año escolar), desempeño (resultado en pruebas censales comparado con el promedio nacional) y ambiente escolar (condiciones para el aprendizaje en el aula). También existen índices producidos por Investigadores en centros Universitarios como el Índice de Vulnerabilidad Educativa o IVE (Universidad de los Andes), que se concentran en los factores del municipio que afectan la educación (García, Rodríguez, Sánchez & Bedoya, 2015). Estas fuentes de información fueron empleadas en la presente ponencia para la caracterización de las instituciones educativas colombianas que señalan que no cuentan con insumos tecnológicos básicos como lo son los equipos de cómputo y/o internet.

Con el objetivo de hacer esta caracterización, el modelo conceptual que se emplea en esta ponencia es un modelo de los resultados educativos y las condiciones ambientales que los condicionan conocido como modelo de Entrada-Ambiente-Resultados (I–E–O, por sus siglas en inglés). El modelo original fue planteado por Astin (1991) y permite al investigador controlar variables del ambiente como las características individuales, institucionales (incluidos los recursos físicos, tecnológicos y humanos), sociales, económicas, y demográficas que pueden afectar los resultados educativos, como el desempeño en pruebas estandarizadas (i.e., pruebas SABER).

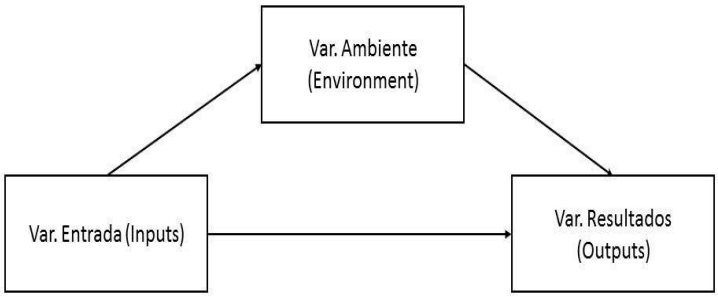


Figura.1.: Modelo I–E–O (Astin, 1991)

El modelo I-E-O establece que las variables de entrada (I) como las prácticas docentes tienen efectos sobre los resultados educativos (O), pero están influenciadas por variables del ambiente (E) o contextuales (como las herramientas tecnológicas) que a su vez tienen relación con las variables de resultado (desempeño en pruebas estandarizadas).

Se ha seleccionado este marco de análisis porque entre las variables ambientales más relevantes para explicar los aprendizajes de los estudiantes están los insumos tecnológicos y su aprovechamiento en la escuela, las condiciones de calidad y los factores del territorio (municipio). La comprensión de estas variables ambientales permitirá establecer mecanismos asociados al mejoramiento de los aprendizajes de los estudiantes colombianos. El objetivos de la presente ponencia es poder aportar al conocimiento sobre la relación entre la tecnología y el desarrollo de aprendizajes en el contexto educativo colombiano.

METODOLOGÍA

Muestra. De un universo de 57550 colegios que respondieron Encuesta EDUC del DANE del año 2015 se emplearon datos de instituciones educativas públicas que reportaron que no contaban con equipos de cómputo e internet (n=3546)

Instrumentos. Se empleó la encuesta EDUC del DANE del año 2015, los resultados de las pruebas SABER de grado 5º en Matemáticas, Lectura y Ciencias del año 2016, y los datos del IVE (Índice de Vulnerabilidad Educativa) y del ISCE (Índice Sintético de Calidad Educativa) del año 2015.

Variables. Siguiendo el modelo de Astin (1991) las variables del ambiente (E) que se incluyeron son:

- Sede-Internet. Variable dummy que indica si la institución tiene (1) o carece de internet (0)
- Sede-Equipos de Cómputo. Variable dummy que indica si la institución tiene (1) o carece de computadores (0)
- Zona de la institución: Localización de la institución en el área Rural o Urbana.
- Modalidad de prestación del servicio educativo: Prestación directa, Por concesión (decreto 2355 de 2009), Por contratación (comunidades indígenas) o Por contratación (Empresas prestadoras de servicio educativo).
- Número de docentes : Total de profesores que dictan tecnología en la institución educativa
- IVE - Índice de Vulnerabilidad educativa- es indicador de las condiciones que facilitan la movilidad social en un municipio relacionadas con los indicadores de educación. Se puntúa de 0 a 1, siendo los valores cercanos a 0 menor vulnerabilidad en el municipio.
- ISCE - Índice Sintético de la Calidad Educativa- en una escala de 0 a 10 que refleja 4

aspectos: el ambiente de la institución educativa (evaluado con la encuesta de factores asociados a la educación del ICFES), el progreso (disminución del porcentaje de estudiantes en el quintil uno de desempeño en las pruebas SABER), el desempeño (puntaje promedio de las pruebas SABER en matemáticas y lenguaje), y la eficiencia (proporción de estudiantes que aprueban y pasan al año siguiente) (MEN, 2015).

Según el Modelo EIO (Astin, 1991), las variables de resultado (O) que se emplearon son:

- Resultado pruebas SABER grado 5: Resultado en las pruebas SABER de Ciencias, Matemáticas y Lectura agregadas por institución educativa. La prueba de grado 5 en lenguaje evalúa la competencia comunicativa lectora y escritora. La prueba en matemáticas incluye las competencias de comunicación, representación y modelación, el razonamiento y la argumentación, y el planteamiento y solución de problemas. En ciencias se evalúa el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación. El desempeño para estos grados, medido con la prueba estandarizada SABER 5, se presenta en categorías de Insuficiente, Mínimo, Satisfactorio y Avanzado, que reflejan un rango de puntuación de 100 a 500 puntos. Esta información se obtendrá de la base de datos de SABER 5 (ICFES) del período 2016.

Plan de Análisis. Desarrollo de análisis descriptivos con las muestras de colegios que han reportado no contar con equipos de cómputo e internet haciendo uso de datos de las bases EDUC e ICFES (Saber5).

RESULTADOS

1. Qué tipo de instituciones tienen esta carencia tecnológica?

Las instituciones escolares que reportan no tener computadores o conexión a internet son 3546 del sector público y 201 del sector privado. Estas instituciones se encuentran ubicadas tanto en el sector urbano (227 ó 6%) como rural (3520 ó 94%). Las instituciones de la muestra que reporta carencias en tecnología y que pertenecen al sector público son en su mayoría dirigidas por prestación directa (ver tabla 1)

Tabla 1. Número de escuelas de la muestra por modalidad de prestación del servicio educativo.

	Rural Oficial	Urbano Oficial
Por Confesiones Religiosas (Decreto 2355 de 2009)	24	0
Por Concesión (Decreto 2355 de 2009)	20	0
Por Contratación-Comunidades Indígenas	51	0
Prestadoras del Servicio (EPSE-Cobertura)	54	1
Prestación Directa	3278	119

Fuente: Encuesta DANE EDUC 2015. Cálculos propios.

En la Tabla 2 se reporta el número de docentes de Informática de colegios del sector Oficial que reportan no tener computador o conectividad a internet. Según la información de la muestra, en el sector rural se cuenta con más docentes de tecnología en el nivel de básica que en la secundaria, mientas que en el sector urbano el patrón es inverso (mayor número de docentes en los grados superiores). Estos docentes trabajan sin las herramientas necesarias para poder brindar una educación de calidad a los niños y niñas del sector educativo público.

Tabla 2.
Promedio de docentes de informática por institución de una muestra de colegios que reportan no contar con internet o equipos de cómputo .(n =3546).

Nivel	Área	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Pre K	Rural	1	1	1	5
	Urbana	1	1	1	3
Básica	Rural	2	1	1	22
	Urbana	2	1	1	8
Secundaria	Rural	2	0	1	4
	Urbana	4	5	1	17
Media	Rural	2	0	1	3
	Urbana	3	2	1	6

Fuente: Encuesta DANE EDUC 2015. Cálculos propios

2. Existe una relación entre la carencia de equipos de computo e internet con los resultados de los estudiantes en áreas del aprendizaje como el lenguaje, las ciencias y las matemáticas?

Debido a que los colegios de la muestra son en su mayoría del nivel de básica se responde a esta pregunta con los datos de la prueba SABER 5. Los resultados en Lenguaje, Ciencia y Matemática en las escuelas de la muestra son bajos si se considera que la escala de la prueba SABER 5 tiene un rango de 0 a 400 puntos, y estos promedios no sobrepasan los 290 puntos (tabla 3).

Además, los resultados de las instituciones escolares de la muestra en las pruebas SABER de grado 5 están sustancialmente por debajo de los resultados promedio nacionales (313 puntos). A pesar de que son múltiples los factores a los que se pueden atribuir los bajos resultados de la muestra, estos resultados pueden ser un indicador de empobrecimiento de los aprendizajes relacionado con la ausencia de la tecnología en el contexto escolar.

Tabla 3.
Resultado promedio (Media y Desviación) de las instituciones escolares de la muestra en las sub-pruebas del test SABER de grado 5.

	N	Lenguaje	Ciencias	Matemáticas
Rural	3546	278(51)	290 (50)	273(61)
Urbana	3546	282(52)	286(49)	276(58)
Nacional	12033	320(53)	328(54)	313(56)

Nota: escala de puntuación de 0 a 400 por sub-prueba. Desviación estándar aparece en paréntesis.
Fuente: Encuesta DANE EDUC 2015. Cálculos propios

3. Cómo se pueden caracterizar estas instituciones carentes de tecnología en términos de la calidad de la educación que ofrecen, su contexto socio económico y otros factores asociados al aprendizaje de los estudiantes?.

En el presente estudio se consideraron dos factores relacionados con el aprendizaje: la calidad de la institución escolar (ISCE) y la vulnerabilidad del municipio en términos educativos (IVE). Para el análisis sobre estos factores se emplearon dos sub-muestras (n= 354 y n =114) de colegios carentes de tecnología. El uso de dos sub muestras obedece a que no todas las instituciones de la muestra cuentan con una medida del ISCE y del IVE.

El índice ISCE para la básica en las instituciones que reportan no tener equipos de computo e internet aparece en la tabla 4. El ISCE indica que estas instituciones tienden a una calidad baja (el índice se puntúa de 0 a 10, siendo 10 condiciones de alta calidad). En la sub-muestra (n=354), las escuelas rurales (n=344) tienden a una calidad menor que en el caso de las que se ubican en el sector urbano (n=10).

Tabla 4.
Índice Sintético de Calidad Escolar ISCE para la Educación Básica (grados 3 y 5) de colegios que reportan carencia en tecnologías.

	N	Media	Desviación estándar
Rural	344	3.397	1.814
Urbana	10	4.207	.807

Fuente: Encuesta DANE EDUC 2015. Cálculos propios

En el caso de las condiciones de los municipios de las instituciones que carecen de internet y computadores, se observa que estos municipios son vulnerables por cuanto el promedio del índice IVE se acerca a 1, indicando condiciones adversas (tabla 5). El municipio de mayor riesgo es "Altos del Rosario" (Bolívar) con un índice de 0,712 y el municipio menos vulnerable de la muestra es Cartagena (Bolívar) con un índice de 0,256. Para poder hacer una comparación según García, et al. (2015) "Dentro de los municipios con menor vulnerabilidad, se encuentran, por ejemplo, Chía (0,097), Cota (0,106) y Tunja (0,107), mientras dentro de los más vulnerables se encuentran municipios como Mapiripán (1), Barbacoas (0,93) y Bojayá (0,88)" (p.4).

Tabla 5.Índice Promedio de Vulnerabilidad Educativa IVE de los municipios en los que se ubican una sub-muestra de colegios que reportan carencia en tecnologías.

N	M	DS	Mínimo	Máximo
114	.440	.115	.256	.712

Fuente: Encuesta DANE EDUC 2015. Cálculos propios

DISCUSIÓN

La carencia de tecnologías en las instituciones educativas esta relacionada con un desempeño más bajo en las pruebas estandarizada del nivel de básica. Estas carencias amplían las brechas de desempeño entre el sector rural y urbano, y agudizan el mal funcionamiento del servicio educativo público si las instituciones educativas se encuentran en municipios vulnerables y en instituciones de baja calidad.

Uno de los hallazgos más llamativos del presente estudio es la existencia de colegios con docentes de informática sin los recursos materiales (software y equipos) necesarios para llevar a cabo su labor docente. Estas carencias afectan el desarrollo de los municipios y de los estudiantes en todas las áreas como se observa en los análisis presentados.

Otro hallazgo de interés es que las carencias en equipos de tecnología se reportan en su gran mayoría en el sector rural, y debido a prestadores del servicio educativo como el estado.

En el sector rural también llama la atención que sea mayor el volumen de docentes de tecnología dedicados al nivel de básica y que en el sector urbano estos docentes se dediquen en un número mayor para el nivel de secundaria, aunque en ambas zonas no se cuente con los recursos necesarios. Estos patrones pueden estar relacionados con las expectativas educativas en estas zonas.

Es responsabilidad del estado y de los prestadores de servicio educativo responder a estas expectativas enfocando recursos y entrenamiento necesarios para estos sectores. La política pública nacional también debe enfocarse en fortalecer la demanda de estos sectores donde no se tienen los recursos básicos para adelantar una educación digna dentro de una sociedad basada en el conocimiento, digital y globalizada.

REFERENCIAS

Astin, A. (1991). *Assessment for excellence: The philosophy and practice of assessment and evaluation in education.* Washington, D.C.: American Council on Education/MacMillan Publishing Company.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2015). Encuesta de Educación Formal EDUC. Disponible en goo.gl/qpQ2Ax

García, S., Rodriguez, K., Sánchez F., Bedoya J.G. (215) La lotería de la cuna: la movilidad social a través de la educación en los municipios de Colombia. *Notas de Política Universidad de los Andes, 23, 1-40.*

Instituto Colombiano De Evaluación de la Educación ICFES (2016). Bases de Datos pruebas SABER 5. Recuperado de https://goo.gl/Ez7KLI.

Ministerio de Educación Nacional (2015). ¿Qué es el índice Sintético de la Calidad Educativa?. Documento no publicado. Recuperado de http://goo.gl/9UMM7a

VIDEOJUEGO EDUCATIVO LA PATRIA, ACERCAMIENTO A LA HISTORIA DE COLOMBIA.

JUAN GABRIEL FORERO BARRETO
Universidad de Cundinamarca
jgabrielforerob@gmail.com

DAVID JULIÁN MARTÍNEZ ALVARADO
Universidad de Cundinamarca
davidjulianmartinezalvarado@gmail.com

JUAN CARLOS HERRERA ESTRADA
Universidad de Cundinamarca
juancarlosherrera@ucundinamarca.edu.co

RESUMEN

El uso de los videojuegos como herramientas en el aula, es una actividad poco aplicada en las instituciones educativas, pero que promete un resultado significativo para los alumnos, ya que permite cambiar la rutina, así como explorar temas de contenido de una manera divertida. Si los videojuegos se usan para enseñar de una manera adecuada, se convierten en una herramienta poderosa, que además de ser útil para el profesor, pueden ayudar que el ambiente de estudia sea más dinámico y agradable, animando a los estudiantes a aprender.

Debido a los constantes avances en la tecnología, la educación ha quedado relegada un poco en cuanto a interés de los estudiantes e innovación de los docentes, se siguen imponiendo unas metodologías que no ayudan al desarrollo de las TIC´s; en aras de contribuir con nuevas formas de educar y que las temáticas presentadas en los centros educativos estén presentadas de una manera que estén más a la vanguardia y con manejo de las TIC´s generamos ideas para crear estrategias.

Una de estas nuevas estrategias para educar sería mediante temáticas presentadas por videojuegos y en el medio de esta labor y al final se realice un examen para corroborar que la información entregada en dichos videojuegos pueda ser cuantificada por los docentes.

PALABRAS CLAVE

Educación de la historia, aplicaciones de Android, batallas, videojuegos RPG

ABSTRACT

The use of video games as tools in the classroom is a little applied activity in educational institutions, but it promises a significant result for students, as it allows to change the routine, as well as explore content topics in a fun way. If video games are used to teach properly, they become a powerful tool that, in addition to being useful to the teacher, can help make the learning environment more dynamic and enjoyable by encouraging students to learn.

Due to the constant advances in the technology, the education has remained relegated a bit as for interest of the students and innovation of the teachers, there continue being imposed a few methodologies that do not help to the development of the TIC's; in altars of contributing with new ways of educating and that the subject matters presented in the educational centers are presented in such a way that they are more to the forefront and with managing of the TIC's we generate ideas to create strategies.

A new strategy of educating would be through themes presented by videogames and in the middle of this work and at the end a test is carried out to corroborate that the information delivered in these video games can be quantified by the teachers.

KEYWORDS

History Education, Android apps, battles, videogames RPG.

INTRODUCCION

En esta sociedad y cultura en la cual las nuevas tecnologías se encuentran en todos los ámbitos de nuestra vida desde muy tempranas edades el uso de dispositivos móviles está presente en las aulas de clase y en la educación básica, es nuestro deber como futuros ingenieros de sistemas generar aplicativos y programas que estén enfocados a la labor educativa, este trabajo debe hacerse a conciencia de la mano de los Docentes.

Nuestro videojuego enfocado a la historia de la independencia colombiana recoge hechos importantes en dicho periodo de tiempo, batallas y hechos importantes que desencadenaron para que la independencia colombiana pudiera llegar a buen término. En el videojuego se presentan los próceres que hicieron posible la independencia todos ellos con sus respectivas misiones enclavadas en la época en que sucedieron en un RPG (Role Playing Game) que será el formato usado para realizar dicho juego de historia.

Teniendo en cuenta esto, se pueden generar unas guías por medio de las cuales se pueda dinamizar el aprendizaje de los temas tratados por el juego, de una manera eficiente y dinámica para no generar una clase que se torne tediosa, además generando la posibilidad de usar tecnologías que están a la mano y tienen una mejor recepción por parte de personas jóvenes, como son los video juegos y los aplicativos móviles.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Decidimos realizar una exploración al desarrollo y desempeño de la educación en la región del Valle de Ubaté, después de recolectar información en las páginas gubernamentales como la página del icfes (Instituto Colombiano para el fomento de educación superior), y evidenciando que el desempeño que tienen los estudiantes en estas pruebas es inferior o medio, decidimos comprobar cuál es la actualidad que vive el departamento en el desempeño de dichas pruebas.

Al confrontar dicha información evidenciamos que en la actualidad los colegios que pertenecen a la región del valle de Ubaté cuentan con un desempeño inferior y medio en las pruebas saber en todos sus niveles comparándolo con otros colegios de regiones cercanas, por ejemplo, sabana centro en donde el nivel es superior y en algunos casos muy superior, otro factor en contra y que tiene que ver bastante en el desempeño de dichas pruebas es el poco interés de los estudiantes para mejorar su nivel, por esto se hace necesario implementar nuevas metodologías y herramientas TIC que fomenten el estudio de los estudiantes.

Con el fin de buscar una manera de enfocar el videojuego hacia un área del saber comprobamos área por área cual fue el área en que se tiene un menor puntaje, para esto hicimos un promedio en todas las áreas que califica el Icfes y vimos que el menor desarrollo está en dos áreas el área de lectura crítica y el área de ciencias sociales y ciudadanas decidiendo por desarrollo del videojuego realizar el videojuego en la temática de las ciencias sociales y democracia.

JUSTIFICACIÓN

Tomamos en cuenta los posibles intereses de los estudiantes y llegamos a la conclusión de que en estos momentos es fácil que la mayoría de los estudiantes de primaria tengan algún dispositivo con sistema operativo Android, siendo los celulares lo más accesible para los estudiantes.

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?

Razón por la cual decidimos hacer una encuesta para tener una idea de que tanta aceptación tiene la idea de crear un videojuego que ayude al estudio de la historia específicamente de la independencia de Colombia.

Creando dicho videojuego debemos generar una guía que sirva de apoyo al docente al momento de evaluar el trabajo realizado por los estudiantes con dicho aplicativo, además de aprender de historia van a poder aprender de las costumbres y la vestimenta de la época puesto que el videojuego será ambientado en el marco histórico en el que sucedieron los hechos que desembocaron a la independencia de Colombia.

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

Crear un videojuego que apoye al estudio de temas relacionados con la historia patria de Colombia.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar la información histórica necesaria para realizar un videojuego fiel a los hechos ocurridos
- 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.

DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

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)

DESCRIPCIÓN DEL VIDEOJUEGO

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 videojuego.[2]

ARGUMENTO.

Nuestro videojuego está enfocado en un periodo de tiempo comprendido entre la revolución de los comuneros (1781) y la constitución de 1821.

Combates por turnos, héroes que mejoran sus habilidades con cada subida de nivel, y héroes que van desapareciendo según la época de su fallecimiento a manos del ejercicio realista, montones de tesoros patrios para descubrir y una amplia variedad de equipo de batalla listo para potenciar los atributos físicos de nuestros próceres. Con un estilo Retro de juego propio de las aventuras de rol de la década de los 90 clásico.

Al principio del juego un Bolívar agonizante decide contarnos los hechos por los cuales paso la nueva granada para ganar su independencia de España, empezando por la revolución de los comuneros recolectando piezas del escudo, pasando así por los diferentes niveles y conociendo uno a uno los próceres de la patria los cuales según su etapa cronológica irán apareciendo como personaje principal.

UNITY.

Unity es una herramienta completa para el desarrollo de videojuegos. No solo es un motor de juegos de gran calidad y con numerosas características: también tiene un buen editor de mundos y trabaja con diferentes lenguajes de programación. Su uso es sencillo, y cualquier persona que tenga conocimientos básicos sobre programación podrá generar sus propios juegos en poco tiempo (Arrioja, 2013).

EL MOTOR DE JUEGO

El motor de juego tiene muchas características interesantes; incluso en su versión gratuita ofrece particularidades propias de otros más costosos. Muchas veces se encuentran motores de juegos gratuitos, pero la calidad gráfica de los desarrollos luce como de hace diez años (es decir de baja calidad). Con Unity, por el contrario, los videojuegos se venactuales, y si se usa la versión paga, pueden tener efectos visuales propios de productos profesionales.

EL EDITOR

El editor que provee Unity es muy intuitivo, y en él se encuentran muchas herramientas de utilidad. Se puede aprender a usarlo rápidamente, y en muchos aspectos, se verá que es similar a cualquier otra aplicación con interfaz gráfica.

Lo primero que se ve es un buen editor de terrenos, con el que se pueden crear las escenas en exteriores del juego. Se maneja como si se estuviera esculpiendo: se puede subir y bajar el terreno, nivelarlo, etc. Una vez construida la geometría, se puede colocar las diferentes texturas y la iluminación. Los objetos tales como

árboles, rocas, hierbas y otros elementos del ambiente se colocan con la misma facilidad que tiene el uso de una brocha en un programa de dibujo como Paint, Photoshop, etc.

ASSET STORE

El Asset Store de Unity es el hogar de una creciente biblioteca de assets comerciales y gratuitos creados por Unity Technologies y miembros de la comunidad. Hay una gran cantidad de assets disponibles, desde texturas, modelos y animaciones hasta ejemplos de proyectos completos, tutoriales y extensiones del editor. Estos assets son accesibles desde una interfaz simple dentro del Editor Unity y son descargados e importados directamente en los proyectos (Unity, 2014).

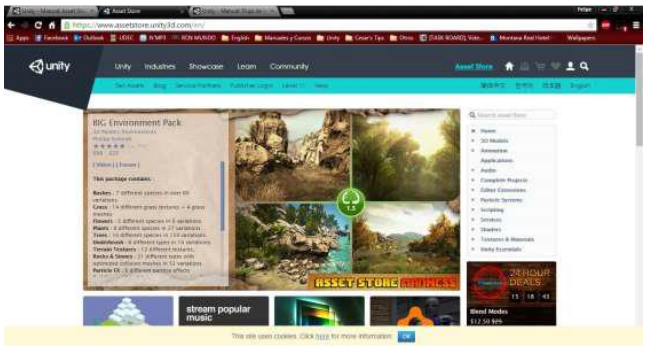


Figura 1 Asset Store (tienda de Unity).

El flujo de trabajo de Mecanim

El flujo de trabajo en Mecanim se puede dividir en tres grandes etapas.

1. Preparación del Asset e importación. Esto es hecho por artistas o animadores, con herramientas de terceros, como lo son 3DS Max o Maya. Este paso es independiente de características de Mecanim.
2. La configuración del personaje para Mecanim, que puede hacerse de 2 maneras:
3. Configuración de un personaje humanoide. Mecanim utiliza un flujo de trabajo especial para modelos humanoides, con un soporte GUI extendido y retargeting. Esta configuración involucra crear y configurar un Avatar y afinar Muscle definitions.
4. Configuración de un personaje genérico. Esto es para cualquier cosa como criaturas, accesorios animados, animales de cuatro patas, etc.
5. Darle vida a los personajes. Esto involucra configurar clips de animación, al igual que las interacciones entre ellos, e involucra la configuración de [Maquinas de Estado] (Animation State Machines) (Unity, 2014).

Estado Del Arte

En Colombia son escasos los proyectos en donde se hayan desarrollado videojuegos como herramientas para el aprendizaje. Dentro de los proyectos de este tipo más relevantes destaca uno realizado en conjunto entre la Universidad Nacional [UN] y la Universidad de Caldas, el cual se detalla a continuación:
Por medio de un juego de video adaptado al contexto local, los niños podrían aprender inglés de manera lúdica y al mismo tiempo aumentar sus destrezas en el área de sistemas.

Angelo Adrian Quintero Ciprián, estudiante de Administración de Empresas de la UN en Manizales y un grupo de jóvenes emprendedores de la Universidad de Caldas, desarrollaron el proyecto Tiny Town para que los niños aprendan el idioma inglés jugando.
Este proyecto ya cuenta con un prototipo probado en un grupo de niños, quienes en el juego mostraron la apropiación de los conceptos enseñados e hicieron sugerencias sobre el entorno de juego, las misiones que deben superar y los personajes.
A partir de los estándares pedagógicos del Ministerio de Educación desarrollaron un software a manera de video juego, en el cual los niños pueden interactuar entre ellos y con personajes animados deben superar diferentes obstáculos para llegar a la meta, y en cada nivel van aprendiendo elementos básicos del idioma que se van complejizando a medida que avanza el juego.
"El Ministerio propone unos estándares básicos dependiendo del grado escolar en el que se va aplicar. Hay unas directrices de los conceptos que se deben enseñar para determinada edad, nosotros nos basamos en ello para crear la dinámica del juego y los escenarios virtuales en los que el niño debe desenvolverse para que se efectúe el aprendizaje", explicó Quintero Ciprián.

NIVELES

Nivel 1: Antecedentes.
Nivel 2: Socorro-Zipaquirá.
Nivel 3: Motín de los Pasquines
Nivel 4: Grito de Independencia.
Nivel 5: Patria Boba.
Nivel 6: Reconquista Española.
Nivel 7: Nuevas Tropas.
Nivel 8: Pantano de Vargas.
Nivel 9: Santander (Tame, Arauca).
Nivel 10: Batalla de Boyacá.
Nivel 11: Independencia.

ESCENARIO

El aspecto del videojuego va a ser en vista isométrica al momento de batallas debido a que esta vista nos da una amplia vista del mapa en apariencia 3D aunque en realidad es 2D, nos da una perspectiva tipo “Dios” y en modo top-Down vista que nos permite ver el mapa desde su parte superior aunque el personaje se muestre de lado este estilo de vista es usado típicamente en juegos con estilo retro y el formato RPG (Role-Playing Game) o juego de rol. [3]

Este título se dispone a ofrecer una perspectiva de los lugares más importantes de la independencia colombiana como lo son la ruta de los comuneros, Bogotá, Tunja, la ruta libertadora, además de mostrarnos el paisaje de la época, en este título se va a mostrar ciudades representativas y más importantes para la independencia de Colombia de la región andina y algunos de la región llanera.

PERSONAJES

Los personajes principales van a estar en diversas épocas de la historia de la Independencia por eso este videojuego no debe depender de un personaje principal sino varios personajes los cuales por obvias razones serán los próceres de la patria, los cuales serán encargados de misiones en solitario y en misiones de batalla darle ordenes al ejercito libertador.
El orden de aparición de los personajes será el siguiente:

Nivel 1: El capitán comunero Jacinto Arteaga
Nivel 2: José Antonio Galán.
Nivel 3: Camilo Torres
Nivel 4: José Miguel Pey y Camilo Torres.
Nivel 5: Antonio Nariño.
Nivel 6: Atanasio Girardot
Nivel 7: Nuevas Tropas. Juan José Rondón
Nivel 8: Pantano de Vargas. Simón Bolívar
Nivel 9: Santander (Tame, Arauca). Francisco de Paula Santander
Nivel 10: Batalla de Boyacá. Pedro Pascasio Martínez
Nivel 11: Independencia. Simón Bolívar

REFERENCES

[58] SEDEÑOS VALDELLÓS, ANA. La Componente Visual Del Videojuego Como Herramienta Educativa. P. 1

[59] http://m.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen12_numero2/12Articulo_Rev-Tec-Num-2.pdf

[60] http://www.creandovideojuegos.com/diseno/camara-debo-usar-videojuego/

[61] Aarseth, E. (2007). "Investigación sobre juegos: aproximaciones metodológicas al análisis de juegos". En: Artnodes, Vol 7, Barcelona, 4-14.

[62] Abrahamsson, P., et al. (2002). Agile Software Development Methods. VTT Publications.

[63] Aceranza, N., et al. (2009). Una metodología para desarrollo de videojuegos: versión extendida. Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica.

[64] Agencia de Noticias Universidad Nacional [UN]. (2011). Desarrollan video juego para aprender inglés. Recuperado de http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/article/desarrollan-video-juego-para-aprender-ingles.html

[65] Arrioja, N. (2013). Unity: Diseño y Programación de Videojuegos. Buenos Aires. Argentina: Users.

[66] Auerbach, S. (2006). Smart Game, Smart Toy. New York: St. Martin's Griffin.

[67] Bates, B., (2003). Game Developer's Market Guide. Recuperado de http://www.batovi.com

[68] Beck, K., et al. (2004). Extreme Programming Explained: Embrace Change (2nd Edition). Addison-Wesley Professional.

[69] Björk, S. y Holopainen, J. (2005). Patterns in Game Design. Hingham: Charles River Media.

[70] Ravaja, N.; Saari, T.; Turpeinen, M.; Laarni, J.; Salminen, M. y Kivikangas, M. (2005). "Spatial Presence and Emotions during Video Game Playing: Does it Matter with Whom You Play?" En: Teleoperators and Virtual Environments, vol 15, n4, USA, 381-392.

[71] Rouse, R. (2001). Game Design: Theory & Practice. Texas: Plano.

Rubio, A., & García, I. (2013). El uso de juegos en la enseñanza del inglés en la educación primaria. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria, 169-185. Unity. (2014). Unity Documentation. Recuperado de http://docs.unity3d.com/es/current/Manual/index.htm