

ISSN 2462-9588



Congreso Internacional

México- Colombia

CICOM 2021

Octubre 20 2021

Quinta Edición

Periodicidad Anual

Editor: Nelson Becerra Correa

Editorial: FABBECOR.ONG



**XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021**

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

COMITÉ ORGANIZADOR



Universidad Autónoma de Guerrero



Universidad Distrital Francisco José De Caldas

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Instituto Tecnológico de Chilpancingo



Universidad de Cartagena



Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña



Universidad Politécnica del Estado de Morelos



Tecnológico Nacional de México Campus Tapachula

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez
Dr. Edgar Altamirano Carmona
Dr. José Efrén Marmolejo Valle
Nelson Becerra Correa
MSc. Miguel Angel Leguizamón Páez

EDITOR RESPONSABLE

Nelson Becerra Correa

EDITORIAL

FABBECOR.ONG



***XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021***

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

COMITÉ CIENTÍFICO CICOM 2021

Nombre	Universidad	País
Édgar Altamirano Carmona	Universidad Autónoma de Guerrero	México
José Efrén Marmolejo Valle	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Felicidad Bonilla Gómez	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Juan Baltazar Cruz Ramírez	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Pável Ernesto Alarcón Ávila	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Valentín Álvarez Hilario	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Mario Hernández Hernández	Universidad Autónoma de Guerrero	México
José Luis Hernández Hernández	Universidad Autónoma de Guerrero	México
René Edmundo Cuevas Valencia	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Erick Rodríguez Peralta	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Atanacio Nava Casarrubias	Universidad Autónoma de Guerrero	México
José Antonio Jerónimo Montes	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Francisco Morfín Otero	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente	México
Jorge Jaime Juárez Lucero	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	México



***XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021***

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Nombre	Universidad	País
Miguel Ángel Ruiz Jaimes	Universidad Politécnica del Estado de Morelos	México
Manuel de Jesús Matuz Cruz	Tecnológico Nacional de México Campus Tapachula	México
Oralia Arriaga Nabor	Universidad Autónoma de Nayarit	México
Adalberto Iriarte	Universidad Autónoma de Nayarit	México
Torcoroma Velásquez Pérez	Universidad Francisco de Paula Santander sede Ocaña	Colombia
Alveiro Rosado Gómez	Universidad Francisco de Paula Santander sede Ocaña	Colombia
Andrés Mauricio Velásquez	Universidad Francisco de Paula Santander sede Ocaña	Colombia
Yegny Karina Amaya	Universidad Francisco de Paula Santander sede Ocaña	Colombia
Byron Cuesta Quintero	Universidad Francisco de Paula Santander sede Ocaña	Colombia
Nelson Becerra Correa	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Rosendo López	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Ricardo Castaño Tamara	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia



***XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021***

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Nombre	Universidad	País
Tomás Vázquez Arrieta	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Mariluz Romero García	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Roberto Salas Ruíz	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
José Vicente Reyes Mozo	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Miguel Angel Leguizamón Páez	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Héctor Julio Fúquene Ardila	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Darin Jairo Mosquera Palacios	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Mónica Esther Ospino Pinedo	Universidad de Cartagena	Colombia
David Franco	Universidad de Cartagena	Colombia
Antonio Delgado Pérez	Universidad del Sagrado Corazón	Puerto Rico
Juan Miguel Gómez Berbis	Universidad Politécnica de Madrid	España



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

CONTENIDO

1. TECNOLOGÍA, EDUCACIÓN Y MODELOS DE APRENDIZAJE EN LA DIGITALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO...2	
Ambiente virtual de contenido radial en espacios de creatividad con los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Rural La Unión (Antioquia-Colombia).....	3
Una experiencia de Aprendizaje de Cálculo Diferencial durante el confinamiento.....	14
Inserción de la Conciencia Ambiental en Ingeniería Aeronáutica a través de Videos.....	18
Un mal llamado educación, en la era de la información y tecnología.....	24
ATE (Actividad Tecnológica Escolar) basada en gamificación: una estrategia para incentivar la motivación desde la robótica escolar.....	31
La interacción, motivación y afectividad como aspectos dinamizadores en ambientes virtuales.....	35
Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) para la formación de docentes consejeros de educación superior.....	41
Inteligencias Colectivas en la Educación.....	46
Desarrollo del pensamiento creativo y computacional: propuesta de formación de facilitadores en competencias digitales y habilidades STEAM.....	53
2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....65	
Diseño de experiencia de usuario en realidad virtual para Mindfulness guiado por la metodología ARV3D.....	66
Identificación de gestos realizados por la mano utilizando una gramática libre de contexto.....	72
Predicción rendimiento estudiantes pruebas saber pro según características socioeconómicas.....	78
Generador de Documentos de Texto con Reconocimiento de Voz.....	88
Sistema Web para detección de enfermedades en cultivos utilizando una Red Neuronal Convolutiva.....	94
Machine Learning para el análisis de datos por Covid-19.....	100
Aprendizaje computacional aplicado al análisis de preexistencias de Covid-19.....	111
Algoritmo híbrido de recocido simulado y búsqueda tabú para solución de problemas de programación lineal.....	117
3. INGENIERIA DEL SOFTWARE.....121	
Aplicación web responsiva para apoyar la evaluación cualitativa de vulnerabilidad sísmica en Guerrero.....	122
Modelado Geométrico de Estructuras Anatómicas para el Análisis por Elementos Finitos.....	127
Generación de escenarios virtuales en sistemas embebidos como tratamiento para la ansiedad.....	132
Apps para el aprendizaje a distancia en la enseñanza de las Actividades Artísticas en el NMS de la UAGro.....	138
Análisis de la aplicación de la web 2.0 en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño a causa del Covid-19.....	145
Desarrollo de un sistema autónomo inalámbrico de medición del nivel de agua.....	150
Aplicación de guía de observación del desempeño docente en clases híbridas en educación superior.....	156
Repositorio Web de recursos educativos digitales.....	161
4. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA EDUCACIÓN.....166	
Transferencia del Modelo Centro Acacia para una Educación Incluyente y Accesible.....	167
Blockchain en la cadena de suministros: oportunidades investigativas y empresariales.....	174
Diseño de un sistema de gestión del conocimiento para competencias digitales.....	182
Una reflexión sobre las TIC y la digitalización; un aporte a la transición energética.....	189
5. SEGURIDAD INFORMÁTICA Y REDES TELEMÁTICAS.....197	
Implementación del API Speech to text de Google para el registro de datos en un Sitio Web.....	198
Transformación en el área digital y tecnológica de las compañías para ser competitivas e innovadoras en Latinoamérica.....	202
Prototipo Web de bolsa de empleos para la Universidad Distrital en dispositivos móviles.....	208
Prototipo de realidad aumentada para visualizar la dinámica del campo bioelectromagnético del cuerpo humano con la tecnología GVD-EPC a través de software libre del dispositivo Leap Motion.....	216
Transición IPV4 a IPV6.....	220
Codificación de la fuente en sistemas de transmisión.....	225
Los autos autónomos, las comunicaciones y la 5G.....	230
Una mirada a Edge Computing, los modelos de red y de comunicaciones.....	236



*XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021*

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

**1. TECNOLOGÍA, EDUCACIÓN Y MODELOS DE
APRENDIZAJE EN LA DIGITALIZACIÓN DEL
CONOCIMIENTO**



**XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021**

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Ambiente virtual de contenido radial en espacios de creatividad con los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Rural La Unión (Antioquia-Colombia)

Diana Marcela Agudelo Marulanda
Institución Educativa Rural La Unión, Puerto Nare
Antioquia-Colombia
chelagudelo@gmail.com

Christian Benavides
Universidad de San Buenaventura
Bogotá-Colombia
cbenavides@usbbog.edu.co

RESUMEN

Es fundamental descubrir desde temprana edad las inteligencias que poseemos para potenciarlas y el papel de la sociedad como soporte para lograrlo es crucial, ya que debe garantizar los escenarios y herramientas que sean necesarios, tal vez entendiendo esto es que la UNESCO planteó los pilares para la educación del siglo XXI y los países miembros de las naciones unidas aprobaron los objetivos de desarrollo sostenible a 2030, que en educación buscan garantizar que sea incluyente, equitativa y de calidad y que promueva las oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos; y para lograrlo las tic se plantean como un gran aliado debido a que han abierto las líneas que cerraban el acceso de las personas al saber en tiempo y espacio, ya que permiten acceder a la información con mayor facilidad, construir conocimientos y a la vez comunicarlos. Las TIC llevan al nivel de personalización la educación, con su capacidad de adaptación a las necesidades individuales, ritmos de aprendizaje y formas de entender el mundo. pensando en la triada educación-TIC-inteligencias múltiples, esta propuesta se enfoca en una de las inteligencias y es la personal, ya que, de acuerdo con Gardner, H., son sustento de la manifestación simbólica de las demás inteligencias, construyendo un ambiente virtual para la creación de contenido radial realizada en espacios de creatividad con los estudiantes.

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

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

El proyecto tiene instalada en la página web todo el contenido de la experiencia radial con podcast y un flujograma que hará posible su ejecución de manera sistemática y organizada en un escenario de presencialidad cercana, ya que su estructura permite clarificar la forma y las herramientas tecnológicas a utilizar, indicando también los instrumentos de los cuales los estudiantes han de apropiarse en su interacción con las TIC y la radio.

ABSTRACT

Early childhood intelligence clearly has an important place in the efforts to empower children and play an essential role in society as a support to achieve a sustainable environment. understanding this helps UNESCO and United Nations (UNDP) integrate The Sustainable Development Goals (SDGs) to address 21st century education in order to ensure inclusive and equitable quality and encourage lifelong learning opportunities for all people by 2030. information and communication technologies (ICTs) are considered as a great strategy to achieve this goal for the reason that they have allowed people to access more easily to information and knowledge through time and space combining and learning and communication facilities. ICTs take education to the level of interpersonal in terms of the ability to adapt to individual needs, learning rhythms and ways to understand the world. regarding to Education-ICT-Multiple Intelligences triad proposal emphasis on one of the intelligences and its personal one. according to Gardner, H. maintains the symbolic manifestation of the other kind of intelligences, building a virtual space to generate a radio content to explore students' creativity.

The project included a website to find all the content about the radio experience with podcast and a flowchart to help visualize the process in a systematic and organized way. Meanwhile, the structure allows to clarify the form and the technological tools to be used. In addition, it is useful instrument required to have an appropriate interaction among students with ICT and radio.

Categorías y descriptores temáticos

Education: Interactive learning environments, distance learning, E-learning, Computer-assisted instruction



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Términos generales

Ambiente virtual, contenido radial, espacios de creatividad.

Palabras clave

Inteligencias múltiples: inteligencia personal, la radio: podcast en la educación, TIC y educación.

Keywords

Multiple intelligences, interpersonal intelligence, podcasting; radio, ICT, education.

INTRODUCCIÓN

El tema de las TIC en la educación ha sido abarcado de manera sustancial en las últimas décadas por multiplicidad de autores, entre ellos Coll, C., quien destaca la importancia que tiene la una en la otra para lograr una educación incluyente, adaptativa y personalizada, de ahí la propagación en la actualidad de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje -AVA- como forma privilegiada para la construcción de conocimientos, especialmente entre niños y jóvenes; de otro lado, también ligado a la educación está el tema de las múltiples inteligencias, abordado ampliamente por Gardner, H., que se plantea la preocupación por la concepción y el abordaje que se le ha dado al término inteligencia en la escuela de manera excluyente, limitándola a los campos del razonamiento lógico y verbal, destacando la importancia de expandir las fronteras y entender que el mundo tiene, aparte de estas, otras formas inteligibles de acercarse a la realidad e interpretarla, y que las TIC por su carácter flexible pueden ayudar a potenciar.

Esta interrelación, esbozada grosso modo, entre inteligencias múltiples, TIC y educación se plantea para entender el objetivo con el cual se desarrolla el presente proyecto, que está centrado en construir un ambiente virtual para la creación de contenido radial realizada en espacios de creatividad con los estudiantes, potenciando el desarrollo de habilidades sociales como el trabajo colaborativo y la empatía, a partir de la exploración de experiencias innovadoras en radio podcast realizadas con niños; la construcción de un flujograma de creación radial para la orientación del proceso en los espacios de creatividad; la creación de un sitio web donde se encuentra la documentación de la experiencia; y la vinculación del concepto de inteligencias múltiples aplicado en la inteligencia personal al diseño de la estrategia TIC.

La forma en la que se ha pensado expone experiencias internacionales y nacionales de radio con niños, para extraer elementos que ayuden a la configuración de la propuesta desde lo práctico, pero también desde lo teórico, construyéndose un diseño metodológico cualitativo de tipo participativo orientada bajo el enfoque mosaico, que se interesa en hacer construcciones de la realidad basadas en la percepción de quienes están en el proceso de investigación, cuya técnica principal de recolección de información es el prototipado, dividido en las fases de: acercamiento y diseño, desarrollo, y materialización; de las cuales se logra una ejecución parcial, que se encuentra en el apartado de desarrollo y pruebas, donde también se expresan los motivos por los que no se da el desarrollo pleno del proyecto, y finalmente se dan a conocer las conclusiones alcanzadas mediante su ejecución.

OBJETIVOS

Objetivo general

Construir un ambiente virtual para la creación de contenido radial realizada en espacios de creatividad con los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Rural La Unión.

Objetivos específicos

- Explorar algunas experiencias innovadoras en radio podcast realizadas con niños.
- Construir un flujograma de creación radial para la orientación del proceso en los espacios de creatividad.
- Crear un sitio web de la estructura del proyecto, donde se encuentre una documentación de la experiencia.
- Vincular el concepto de inteligencias múltiples aplicado en la inteligencia personal al diseño de la estrategia TIC.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Metodología

La metodología de investigación que se utiliza es cualitativa, ya que lo que se pretende es estudiar de manera situada la potenciación de la inteligencia personal de estudiantes del grado quinto de la Institución Educativa Rural La Unión mediante el uso de las TIC - podcast- estableciendo un estado inicial y final de dicha inteligencia, lo que se logrará mediante ejercicios de observación participante y test de inicio y salida. Es de tipo participativa, ya que en ella los estudiantes forman parte del proceso de construcción del conocimiento, tienen voz y voto en la toma de decisiones en las diferentes fases de ejecución del mismo, por lo que los procesos comunicativos se ubican de una manera horizontal. Esto explica que solo estén planteadas de manera general las fases del proyecto para su ejecución y no se hayan concretado de manera específica los pormenores de cada parte, debido a que como se ha expresado estas serán construcciones logradas de la participación de los estudiantes.

El enfoque que orientará este proceso será el denominado mosaico, cuyos autores más destacados son Clark, Moss & Bureau, este enfoque es especial para en trabajo con la infancia, se interesa en hacer construcciones de la realidad basadas en la percepción de quienes están en el proceso de investigación, los niños, reconoce su papel de interlocutores válidos y de su inmensa capacidad creativa, que muchas veces cuestiona lo establecido, pretende dar el lugar de la palabra a los niños para que den a conocer sus propias opiniones y su sentir desde sí mismos, no bajo la interpretación de los adultos. De acuerdo a Delgado, M. (2010)

se trata de un marco que busca impulsar la construcción de sociedades en las que se respetan los derechos de todas las personas. Tiene un componente ético y político dirigido hacia la inclusión y la participación. Específicamente, con relación a los niños, plantea la necesidad de no crear imágenes de la infancia sin su voz. En términos de la investigación cualitativa, significa que los adultos no deben imponer su interpretación sobre la de los niños. (p. 110)

Los principios para trabajar con niños incluyen una variedad de estrategias para adaptarse a sus formas comunicativas, no sólo a



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

través de las palabras sino, también, con actividades participativas y reflexivas enfocadas a las experiencias infantiles e integradas a la práctica como procesos. Establecimiento de relaciones cálidas, de confianza y promotoras del crecimiento. Evitando ejercer poder sobre los agentes educativos y los niños con la intención de instruirles sobre cómo vivir sus vidas. (p. 111)

La participación en el proceso será voluntaria, para ello han sido elegidos los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Rural La Unión, tanto la Institución, como las familias y los estudiantes bajo el conocimiento del proyecto y sus objetivos, como consideración ética fundamental deberán autorizar su participación y la utilización de su imagen con fines académicos mediante el formato que se anexa, siendo legalmente menores de edad, quienes tienen la tutela y potestad sobre los niños son sus padres o adultos responsables, debería limitarse allí el consentimiento informado, pero para este caso se requiere la autorización también del estudiante, ya que se le reconoce como sujeto de derechos con propiedad sobre su participación.

Las técnicas a emplear en la recolección de información, en coherencia con la metodología y el enfoque son los laboratorios de prototipado, en ellos mediante la experimentación y el diseño de manera colaborativa, los estudiantes comprenden los problemas presentes en su cotidianidad y buscan soluciones a los mismos desde la radio, generándose una alfabetización informacional y académica, ya que este proceso implica gestionar la información mediante procesos de rastreo e investigación para hallar soluciones conjuntas por medio de la experimentación y la interrelación de la realidad, esto contribuye a la formación de un carácter crítico de la apreciación del entorno que le rodea. Quienes conforman un prototipado están en la búsqueda constante de entender su mundo, de modo que se forma una suerte de comunidad de aprendizaje, en la que la construcción del conocimiento se da por la necesidad propia de saber y aprender.

La ejecución del proyecto está estructurada en tres fases, a saber, fase uno: de acercamiento y diseño, fase dos: de desarrollo y fase tres: de materialización, las actividades que componen cada fase están especificadas en el cuadro que se observa a continuación.

Tabla 1. Fases de ejecución del proyecto.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
	Acercamiento y diseño	Desarrollo	Materialización
Test inicial.	Acercamiento a la radio.	Elección de temáticas y planeación.	Construcción de podcast.
Observación participante.			Test final.
Entrevistas.	Construcción de la imagen.	Escucha de otros programas infantiles radiales.	Evaluación, revisión y replanteamiento.
	Definición del género del programa.	Creación de blog.	construcción.
			Publicación.
		Producción - manejo de programas.	

El análisis de la información recabada también está estructurado en dos momentos, un momento de apertura, en el cual se realizará un acercamiento inicial, para conocer el estado de la realidad, en el cual los estudiantes de manera personal completarán una serie de preguntas que les indagan específicamente sobre su inteligencia personal, valorándolas de acuerdo al momento actual en una escala numérica, esta será contrastada mediante ejercicios de observación participante en el desarrollo del proyecto, de la observación inicial también se completará el mismo formato por cada estudiante, esto permitirá comparar al final del modo en que se perciben y son percibidos los estudiantes frente a las inteligencias personales, ya que, este mismo formato será aplicado al final, en él tanto los estudiantes como quién ha realizado el ejercicio de observación volverán a puntuar las preguntas teniendo en cuenta el estado inicial que presentaron, para ello se les hará entrega del primer formato diligenciado, de modo que pueda guardarse un alto nivel de fiabilidad en la contrastación.

Procesos de desarrollo

[El proyecto La Unión Radio Infantil al pretender construir un ambiente virtual para la creación de contenido radial realizada en espacios de creatividad con los estudiantes, potenciando el desarrollo de habilidades personales, se fijó como objetivos específicos: primero, explorar algunas experiencias innovadoras en radio podcast realizadas con niños, segundo, construir un flujograma de creación radial para la orientación del proceso en los espacios de creatividad; tercero, crear un sitio web de la estructura del proyecto, donde se encuentre una documentación de la experiencia, y cuarto, vincular el concepto de inteligencias múltiples aplicado en la inteligencia personal al diseño de la estrategia TIC.

Del primero se da cuenta en el estado de las experiencias, en donde se hacen manifiestos los diferentes programas radiales infantiles que a nivel internacional y nacional se han llevado a cabo, en todos, aunque con toques diferenciales por las metodologías que utilizan, se destaca la radio en formato podcast como fuente de interacción poderosa, donde los niños para su construcción desarrollan y fortalecen habilidades que van más allá de lo comunicativo, como lo es el trabajo en equipo, la capacidad de exploración y elaboración de juicios, un concepto propio de lo que sucede en sus cotidianidades, la capacidad de identificarse con las ideas de los demás y distanciarse de las mismas con respeto en el momento de expresarlas, dicho de otro modo, empatía, además de destacarse la facilidad con la cual los niños pueden acceder a los recursos para desarrollar su material radial, debido a que los podcast se realizan en aplicaciones de uso libre que pueden ser descargadas inclusive en sus celulares.

De la exploración de estas experiencias fue posible construir un flujo que sirviera de guía sobre cómo funcionaría el prototipo de construcción radial en podcast para La Unión Radio Infantil, esta estructura cumple con la función de facilitar la comprensión del proceso y tener claridades sobre lo que corresponde hacer o no en cada fase, esto permite la concentración de los esfuerzos y fluidez, debido a que los estudiantes asumen las responsabilidades que les atañen en cada momento de manera coordinada. Dicho flujo se comprende de cuatro fases, que son, preproducción, producción, postproducción y evaluación. Ver anexo 1.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

En la preproducción entre todos se elige el tema a trabajar, que puede hacerse de acuerdo a la necesidad, por medio de asambleas en el grupo de WhatsApp, en la plataforma Google meet o también encuestas de Google form. Luego se da paso a la investigación, en la que se rastrea la información para luego ser consolidada en un documento colaborativo de Google, de este modo todos tienen acceso a ella y pueden complementar las búsquedas de acuerdo a lo que consideren que haga falta, con base a este documento se procede a la elaboración del libreto o guion. También se hace contacto con los invitados, si se tienen, acordando fecha y hora en la que se darán encuentro para realizar el programa piloto.

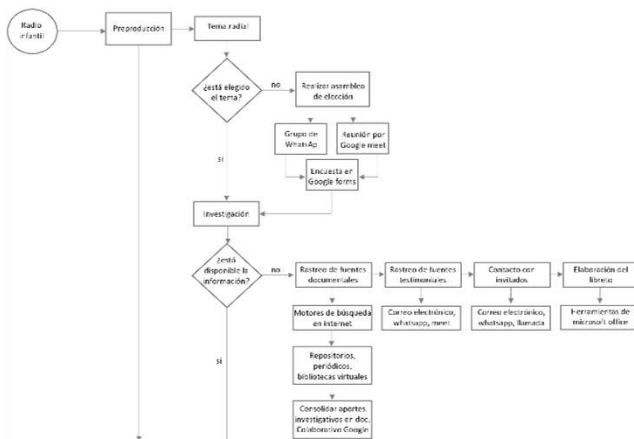


Figura 1. Flujo de preproducción

En la producción, se hace la selección y edición de los testimonios recopilados y luego se hace la grabación del programa piloto, en el que todos participan de acuerdo a lo que se ha creado desde el libreto o guion. Se le llama programa piloto porque es la muestra del programa que permite establecer cómo será el espacio al aire. La producción es el resultado del proceso investigativo llevado a cabo en el momento de la preproducción, una es consecuencia de la otra, es decir, si se quiere obtener un programa de impacto y calidad, es necesario que lo construido en el momento de la preproducción sea de gran riqueza, del esfuerzo y responsabilidad con que los estudiantes asuman esta parte del proceso será el reflejo de los momentos posteriores.



Figura 2. Flujo de producción.

La postproducción es la parte más técnica de todo el proceso, en ella se edita y se hace el montaje del programa en la página web, la

complejidad de esta tarea es asumida por la docente, en ella se organizan todos los elementos sonoros: música de fondo, las intervenciones de los interlocutores y sus tonos, los momentos de cada entrada en el programa y se eliminan partes que no han quedado bien o no cumplen con el objetivo del podcast, es un proceso muy minucioso, que requiere de mucho tiempo y dedicación, son diferentes las herramientas tecnológicas utilizadas para su realización, todas de formato de uso libre como lo son filmora y Audacity. Cuando el proceso de postproducción ha finalizado se sube a la página web de Wix para que sea público y todos, desde cualquier lugar y momento, puedan acceder a él.



Figura 3. Flujo de postproducción.

La evaluación se ha construido de manera formativa, de modo que en ella los estudiantes interesados por mejorar en el proceso de construcción radial escuchan los podcast, haciendo una análisis juicioso y respetuoso de los aportes que cada uno ha hecho, valorando la claridad y propiedad en la expresión, las entrevistas, el nivel de responsabilidad en los compromisos asumidos, las dificultades que se han presentado, para construir una ruta que indique cómo se puede enfrentar cada cosa en una próxima oportunidad, esto queda grabado y se construye un cuadro en el que se sintetiza la información, que luego se comparte a todos para tenerla presente en las próximas producciones y así mejorar, a nivel personal y grupal.

La evaluación del proceso de producción radial podcast se hace en reunión general, todos asisten para establecer aspectos a mejorar y a destacar, e ir perfeccionando el nivel del aprendizaje y de las producciones. Aunque la reunión se dirige de manera dialógica, por los mismos canales en los que se llevan a cabo las asambleas, al final los estudiantes deberán diligenciar un formulario de Google en el cual dejarán sus impresiones sobre el podcast. Ver anexo 2 sobre la rúbrica evaluativa.

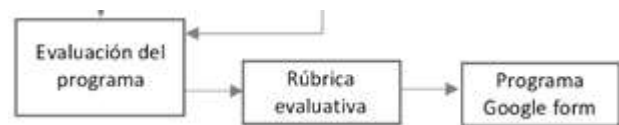


Figura 4. Flujo de evaluación.

Dificultades asociadas a la situación sanitaria causadas por la pandemia COVID-19, aunadas a la falta de conectividad y recursos tecnológicos con que cuentan los estudiantes en la zona rural donde se ejecutaría el proyecto, hacen que no haya un escenario de pruebas posible para su desarrollo total, llevándose a cabo de manera parcial frente a lo previsto en el diseño metodológico, el proyecto queda creado y soportado en la página web, lo que en el flujograma se identifica como la fase de postproducción, estableciéndose la base con la cual, frente a un eventual regreso a



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

la presencialidad, pueda ser ejecutado. La dirección de la página es <https://chelagudelo9.wixsite.com/my-site-1>

Dicha página web representa el objetivo final, para su creación se utilizó Wix como plataforma de uso gratuito, en ella se da a conocer por quiénes y cómo está conformado el proyecto, cuál es la misión de sus integrantes, la explicación del por qué se ha elegido el podcast como herramienta, los objetivos, el funcionamiento, juegos y cuestionarios que permiten identificar el nivel de comprensión de quienes exploran la página y por último una sección destinada al repositorio de los podcast, en el cual se encuentra alojado, por ahora, el podcast de bienvenida.

El diseño de la página se pensó teniendo en cuenta que era un producto para niños, niñas y adolescentes, por tal razón su presentación tiene animaciones que buscan hacerla más llamativa a los ojos de sus potenciales seguidores, también cuenta con herramientas de accesibilidad como audios descriptivos ubicados en las diferentes secciones del menú y video con closed caption para quienes sea necesaria su utilización.

A continuación, se presenta el contenido de la página web de acuerdo al orden de su estructura, a saber, página de bienvenida, el menú que ha sido denominado “todo sobre nosotros”, está comprendido por los enlaces: 1. ¿Quiénes somos?, 2. Conformación y objetivos, 3. ¿Cómo funcionamos?, 4. Nuestros podcast, y 5. ¿Qué tanto aprendiste?

En la página de bienvenida se ubica el nombre de la radio, acompañado de un mensaje sobre la potencialidad de la radio como fuente de comunicación y aprendizaje, siendo el sitio que da entrada al menú.

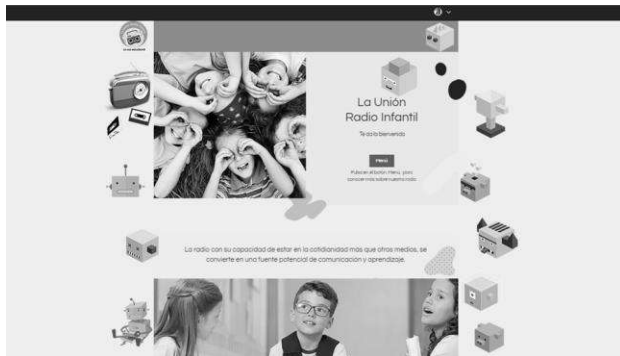


Figura 5. Página de bienvenida.

En el menú “todo sobre nosotros” se dan indicaciones precisas sobre cómo explorar la página a través de los diferentes enlaces que lo componen.



Figura 6. Menú.

En el enlace ¿Quiénes somos? Se expone el origen del proyecto, el contexto en el cual se ubica, quiénes hacen parte de él y de manera general se expresa el objetivo.



Figura 7. ¿Quiénes somos?

En el enlace “conformación y objetivos” se detallan aspectos sobre la conformación, misión y los criterios de selección de la herramienta podcast, además de los objetivos, general y específicos.





XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 11. Presentación producción.

Sobre la postproducción se dirige hacia una presentación.

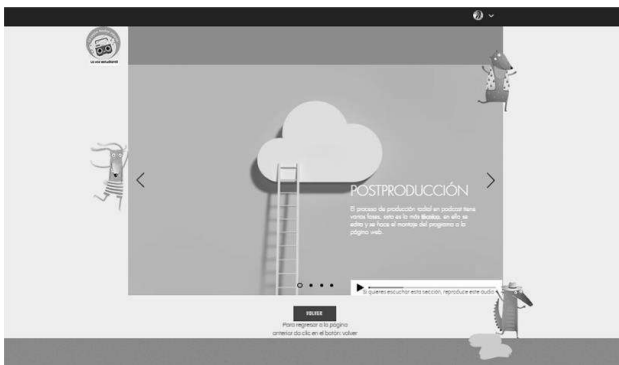


Figura 12. Presentación postproducción.

Sobre la evaluación se dirige hacia un poster.

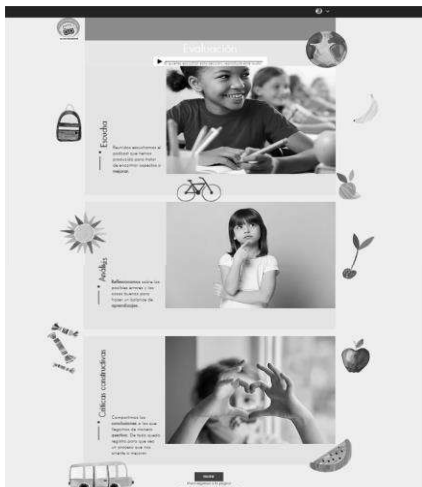


Figura 13. Poster evaluación.

Al final del enlace ¿Cómo funcionamos? Se plantea la gamificación como una fuente de consolidación del aprendizaje, al pulsar sobre el título correspondiente a cada fase, se dirigirá a un juego que se ha elaborado mediante la herramienta Genially.



Figura 14. Caja de juegos

Juego de preproducción

A medida que se responden las preguntas de manera acertada, se van eliminando naves que dificultan el tránsito por el espacio.

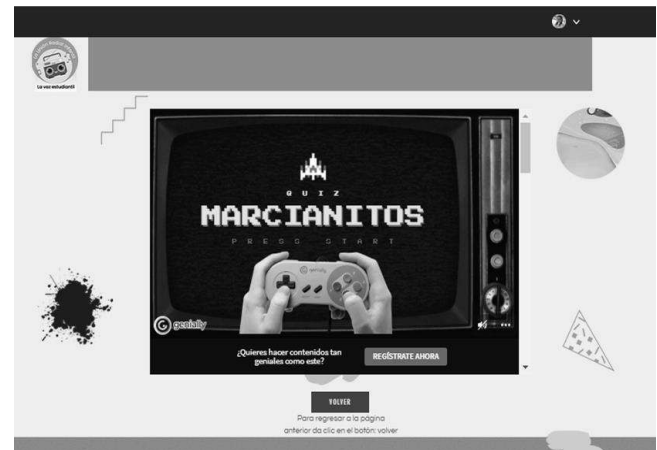


Figura 15. Juego preproducción.

Juego de producción

A medida que se responden las preguntas de manera acertada se irán armando las fichas para develar la imagen.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 16. Juego producción.



Figura 18. Juego evaluación.

Juego de postproducción

A medida que se responden las preguntas de manera acertada se irá avanzando hasta descubrir los puntos alcanzados.



Figura 17. Juego postproducción.

Juego de evaluación

A medida que se responden las preguntas de manera acertada se irá descubriendo la imagen oculta.

Un nuevo enlace, nuestro podcast, los dirige a una ventana donde estarán alojadas las producciones, en ella se da la bienvenida e instrucciones sobre cómo poder escucharlos, por el momento en el listado se encuentra el podcast de bienvenida.



Figura 19. Nuestros podcast.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

RESULTADOS

El enlace final, ¿Qué tanto aprendiste? Es una invitación para quienes se han tomado el tiempo de explorar la página, de contar las comprensiones a las que han llegado por medio del diligenciamiento de un formulario de Google form, en el que se encuentran preguntas abiertas y cerradas, dicha evaluación es formativa, por tanto, lo que se quiere no es puntuar las respuestas sino valorar la claridad de la información que las personas han recibido de la página, para así saber si se está comunicando la información de modo que todos los que accedan a ella puedan entenderla y no hayan obstáculos de aprendizaje asociados a la plataforma. Ver anexo 3, formulario ¿Qué tanto aprendiste?

Para validar la funcionalidad de la página web se aplicaron dos pruebas, una fue la revisión a la luz de los principios del diseño del aprendizaje multimedia planteados por Richard Mayer, y la otra fue con estudiantes haciendo ejercicios de navegación en interacción con la página.

Richard Mayer plantea el necesario cumplimiento de los siguientes principios para lograr el aprendizaje a nivel multimedia: coherencia, señalización, redundancia, contigüidad espacial, contigüidad temporal, segmentación, pre-entrenamiento, modalidad, multimedia, personalización, voz e imagen, ahora se exponen las razones por las cuales la página al ser revisada cumple con cada uno de los principios.

En su exploración se encuentra que los contenidos se muestran en formato de imagen más texto, cumpliendo con el principio de multimedia; las imágenes y las palabras que hacen referencia a un mismo contenido se han ubicado cerca la una de la otra, cumpliendo el principio de contigüidad; los textos y sus correspondientes imágenes se despliegan en la pantalla simultáneamente, cumpliéndose el principio de temporalidad; imágenes, texto y narración se integran para hacerla incluyente, cumpliéndose el principio de modalidad; las imágenes, textos y audios utilizados se interrelacionan sin sobrecargar logrando unificarse como herramienta de accesibilidad, cumpliéndose con los principios de redundancia y coherencia; se agregan señales que indican a quienes exploran la página dónde deben poner su atención, cumpliéndose el principio de señalización; los contenidos están divididos en pequeños apartados clasificados en el menú pudiendo navegar libremente a través de ellos, cumpliéndose el principio de segmentación; se introducen los conceptos claves de la formación antes de ver los contenidos desarrollados, cumpliéndose el principio de pre-entrenamiento; el tono utilizado en la narración es cercano y familiar, utilizando voces humanas y no de softwares que transforman el texto en audio cumpliéndose los principios de personalización y de voz.

Estos argumentos dan sustento suficiente para decir que la página web está diseñada para que quienes accedan a ella puedan tener una rica experiencia de aprendizaje sobre el prototipo radial podcast con los estudiantes, dicho esto desde un escenario teórico; desde un escenario práctico, ha sido necesaria la exploración de la página por parte de algunos estudiantes de diferentes Instituciones Educativas, ocho específicamente, que fueron elegidos teniendo en cuenta principalmente su interés por participar, el acceso a herramientas tecnológicas que se lo permitieran, estar en un rango de edad entre los 10 y los 16 años y contar con el consentimiento informado de sus familias. Ver el anexo 4: consentimientos informados.

Esta evaluación desde el escenario práctico consistió en que los estudiantes al explorar la página por término de una semana, pudieran al final, mediante el diligenciamiento de un cuestionario de Google Form, expresar las comprensiones a las que habían llegado, para con base en ello, de ser necesario, hacer ajustes o mejoras que garanticen la adaptación de la página a la población a la cual se dirige.



Figura 20. ¿Qué tanto aprendiste?

En todas las ventanas que se abren en la página en la parte baja se encuentra una caja de contacto, en donde quienes tengan la necesidad pueden establecer comunicación para presentar preguntas, sugerencias, quejas, reclamos o felicitaciones, y en la esquina inferior derecha está ubicado el botón de chat por si se requiere una atención más pronta. La intención es lograr canalizar y filtrar los mensajes de quienes navegan para construir un lugar accesible y entendible para todos, y que el proceso tenga la difusión y la comprensión necesaria para lograr un mayor alcance.



Figura 21. Caja de contacto



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Para hacer el análisis de los resultados que se han presentado frente a la comprensión por parte de los estudiantes de la página web se tendrán en cuenta las preguntas y respuestas (anexo 5: prueba de estudiantes: preguntas y respuestas) y se establecerán: relación entre pregunta y recurso realizado, análisis de las respuestas y rangos para fijar la comprensión lograda así, entre 1 y 3 ha tenido dificultades para la comprensión; entre 4 y 6 comprende aspectos básicos; entre 7 y 8, ha comprendido claramente (Ver anexo 6: rangos de comprensión).

Frente al contraste de algunas comprensiones generales muy bien logradas en las preguntas 1, 2, 3, 5, 6 y 8, y las preguntas 4 y 7 en las que se obtuvo una baja comprensión, puede concluirse que pudo darse una confusión en los términos debido a su semejanza, puesto que otras preguntas relacionadas con la misma temática fueron bien contestadas, tanto en el cuestionario como en los distintos juegos dispuestos para afianzar los conocimientos, como opciones de mejora a futuro para su clara identificación se señalarán con colores los prefijos de los conceptos claves de preproducción, producción, postproducción y así lograr una mayor recordación. En términos generales puede decirse que las herramientas utilizadas en la página web cumplen de manera satisfactoria con su función, ya que se han logrado comprensiones generales en rangos básicos y claros por parte de los estudiantes del proceso de producción radial podcast.

Los resultados de esta evaluación en aspectos teóricos convalidada de manera práctica hacen posible confiar y tener un margen de seguridad significativo de que al momento de la ejecución plena del proyecto la página cumplirá con su función de comunicar de manera comprensible las construcciones realizadas.

CONCLUSIONES

Construir espacios de creatividad para la producción radial con los estudiantes y lograr potenciar el desarrollo de habilidades personales es un proceso que requiere de una gran inversión de tiempo, por las construcciones a las que los estudiantes deben de llegar, y a pesar de que lo que se propuso fue un trabajo mediado por las TIC, que dan un amplio espectro de acción en la distancia desde la virtualidad, las condiciones actuales, lejanas a la presencialidad en la institución significaron un obstáculo para su desarrollo, debido a que los elementos técnicos para su ejecución serían aportados desde la escuela, que aún no retorna a su espacio de encuentro.

Pese a esto, el prototipo radial ha quedado instalado en la página web, donde se encuentra la documentación de la experiencia, que ha sido valorada favorablemente desde los campos teórico y práctico, reconociéndose el proceso desde los estudiantes participantes como una iniciativa novedosa y de su interés, que permitiría la integración y el desarrollo de habilidades para quienes hagan parte de él frente a un escenario futuro de aplicación, teniendo este concepto como punto de partida se anticipa una buena acogida por parte de la comunidad educativa y de los estudiantes en especial.

La organización del proceso de construcción radial podcast en un flujo de datos permitió la consolidación de un esquema de acción que representa la secuencia de las actividades a llevar a cabo, esta

estructura hace posible clarificar la forma en la que se realizará y las herramientas tecnológicas que serán utilizadas, indicando a su vez los instrumentos de los cuales los estudiantes han de apropiarse en su interacción con las TIC y la radio, una garantía de la perdurabilidad del proceso, es que todas las herramientas elegidas para su implementación son de uso gratuito, por lo que no se generarán gastos operativos y el soporte tecnológico será provisto por las Instituciones Educativas.

Lo aprendido como docente investigadora es que la fuerza del contexto es la que impulsa cualquier proyecto, que las TIC favorecen de forma sustancial el aprendizaje adaptado a cada forma de acercarse y comprender el mundo, los procesos comunicativos, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, en torno a ello los docentes estamos llamados a renovar nuestras investigaciones, reflexiones y prácticas, esta secuencia de manera encadenada, para construir un escenario coherente de acción haciendo uso de las TIC, que desafortunadamente aparecen todavía lejanas en lo rural, esto no hace que quienes tengamos la posibilidad de mejorar el proceso de enseñanza para elevar el aprendizaje de los estudiantes no estemos en mora de hacerlo, independiente del espacio en el que estemos, ya que en parte mucho de lo que se hace en las escuelas depende más de las voluntades que de los recursos.

AGRADECIMIENTOS

Muchas cosas en la vida se dan por sentadas sin que nos percatemos del agradecer, a veces nos quedamos esperando el momento preciso que no sucede, sin la intención más mínima de dejarlo pasar, agradezco en este proceso de formación a la persona que hizo todo por mí cuando estuvo y la necesité, de ella aprendí que todo puede cambiar a tu favor si te esfuerzas y a no desfallecer, a no darme por vencida, a mi abuela, desde mi alma, muchas gracias. A mis hermanas por ser una voz de aliento, a mi esposo por acompañarme y a mi tutor por orientarme, muchísimas gracias.

REFERENCIAS

- [1] J. Delors. "La Educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI". Santillana Ediciones UNESCO. 1996. [Online]. Tomado de: <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1847/La%20educacion%20encierra%20un%20tesoro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] G. Cambers, G. Chapman, P. Diamond, L. Down, A:D. Griffith and W. Wiltshire. (2008). Educación para el Desarrollo sostenible. Aportes didácticos para docentes del Caribe. Santiago, Chile: Ediciones Unesco. Recuperado en <https://www.oei.es/historico/decada/161768s.pdf>
- [3] Cods. (2020). Índice ODS 2019 para América Latina y el Caribe. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe: Bogotá, Colombia. Tomado de https://github.com/CODS-LAC/IndiceODS2019/blob/master/VF_%C3%8Dndice%20ODS%202019%20para%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf
- [4] H. Gardner. *La inteligencia reformulada. Las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Epublibre. 1999.
- [5] H. Gardner. *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós. 1995.
- [6] H. Gardner. *Estructuras de la Mente. La teoría de las Inteligencias Múltiples*. Fondo de Cultura Económica Colombia. 2001.
- [7] C.S. Coll. (2008). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. Boletín de la Institución Libre de



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- Enseñanza. 72. P. 17-40. Recuperado de https://www.uepc.org.ar/conectate/wp-content/uploads/2015/04/Aprender-y-ense%C3%B1ar-con-Tic_Coll.pdf
- [8] M. Delgado. (2020). El Enfoque Mosaico, derecho a la participación y la voz de los niños en investigación educativa. *Revista Electrónica En Educación y Pedagogía*, (4)6, pp. 105-119. Recuperado de doi: <http://dx.doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog20.05040608>
- [9] A. Lafuente y M. Cancela. (2016). Cómo hacer un prototipo. *Educalab*. Tomado de https://www.academia.edu/30989047/C%C3%B3mo_hacer_un_prototipo
- [10] I. Solano, y M. Sánchez. (2010). Aprendiendo en cualquier lugar: el podcast educativo. *Pixel-Bit*. 36, pp. 125-139. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36815128010>
- [11] I. Melgarejo. y M. Rodríguez. (2013). La radio como recurso didáctico en el aula de infantil y primaria: los podcast y su naturaleza educativa. *Tendencias pedagógicas*. 21, pp. 29-46. Tomado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4182756>
- [12] J. Torregrosa. (2012). Un acercamiento didáctico al sonido radiofónico. Posibilidades didácticas de la utilización de la radio en las aulas. *Aularia*. 1(2), pp. 171-177. Tomado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3966900>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Una experiencia de Aprendizaje de Cálculo Diferencial durante el confinamiento

Sara Leticia Marín Maldonado
Centro Universitario de Ciencias Económico-
Administrativas
Universidad de Guadalajara
+52 33 3770 3300 ext. 25223
saram@ucea.udg.mx

Ángel Ernesto Jiménez Bernardino
Centro Universitario de Ciencias Económico-
Administrativas
Universidad de Guadalajara
+52 33 3770 3300 ext. 25364
angel.jimenez@ucea.udg.mx

RESUMEN

En este documento se describe una experiencia de innovación docente, en el aula virtual, durante el calendario 2021 A, en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, de la Universidad de Guadalajara en México. Se describen las adaptaciones que se hicieron al pasar un curso que tradicionalmente era llevado a cabo de manera presencial a un curso virtual, considerando tanto los aspectos académicos a cubrir, como la metodología usada durante el curso, cubriendo aspectos motivacionales y el uso de las plataformas adecuadas para poder cubrir las expectativas de un grupo de estudiantes que no deseaban un curso virtual sino uno presencial. La experiencia fue exitosa al lograr que el grupo no solo tuviera un porcentaje alto de aprobación, sino también una experiencia educativa satisfactoria.

ABSTRACT

In this document it is described an experience of teaching innovation, in the virtual classroom, during 2021 A calendar, in the Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, of the University of Guadalajara in México. It is described the adaptations that have been done throughout the course that traditionally was done in person, to a virtual one, considering both the academic aspects that are to be covered, and the methodology used during this course, covering motivational aspects and the use of the adequate platforms to be able to cover the expectations from a group of students that did not wanted a virtual course, but rather

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

a face to face one. The experience was a success in achieving that the group not only had a high percentage of approval, but also a satisfactory educational experience.

Categorías y Descriptores Temáticos

L.10.3 Applied Computing: Education, Distance Learning.

Términos Generales

Educación a Distancia, Aprendizaje colaborativo, Comunidad de aprendizaje.

Palabras clave

Aprendizaje colaborativo, educación en línea, calculo diferencial

Keywords

Collaborative learning, online education, differential calculus.

INTRODUCCIÓN

En el último año y debido a la pandemia que se ha presentado, las instituciones educativas han tenido que hacer una serie de adaptaciones para poder llevar a cabo su labor educativa. La tarea en general no ha sido fácil tanto para estudiantes como para profesores ambos acostumbrados a un sistema educativo presencial. En este artículo se narra una experiencia de éxito al haber transformado un curso de Matemáticas I del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) en un curso en línea. El curso trata temas básicos del cálculo diferencial y está dirigido a los estudiantes de nuevo ingreso en área común a varias carreras del centro.

En el CUCEA ya existía un diseño de curso en línea en la plataforma Moodle, creado por varios profesores como base para los profesores que impartían la materia en modalidad e-learning. La Dra. Marín, colaboró en el diseño de ese curso. Por otra parte, en su curso presencial, la profesora usaba aprendizaje basado en problemas, así como prácticas usando Geogebra en el aula. Para el curso del calendario 2021A (1 de marzo al 14 de junio de 2021) en el cual se sabía que lo más probable era llevarlo a cabo en línea, hubo que tomar estos dos antecedentes, pero también considerar realizar una propuesta educativa en la cual se tomara en cuenta el factor motivacional, muy importante durante estos tiempos de crisis



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

sanitaria, así como usar la tecnología, de la mejor manera posible para que los estudiantes pudieran crear vínculos sociales que ayudaran en su proceso de aprendizaje.

La manera en que tradicionalmente se lleva a cabo una clase de matemáticas consiste en un profesor exhibiendo sus conocimientos y habilidades. Estos entornos consideran al estudiante un receptor de este conocimiento. Esa pasividad en el estudiante no asegura desarrollar habilidades propias en él, ni lograr conocimientos significativos. A diferencia de este entorno se contrasta el aprendizaje colaborativo en el cual los profesores comparten la autoridad con los estudiantes de muchas formas. El aprendizaje colaborativo es el uso instruccional de pequeños grupos de tal forma que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás [1].

En el aprendizaje colaborativo se rechaza la memorización, la repetición y el aprender para acreditar un examen final. Se promueve que los estudiantes sean más protagonistas de su propio aprendizaje, interactuando entre ellos de manera que cada quien aporte bajo sus propias habilidades, propiciando el diálogo y la confrontación de opiniones. En un entorno virtual, el papel de la tecnología en la educación a distancia es clave para lograr el desarrollo de actividades que generen y alienten el aprendizaje colaborativo [2].

Por otra parte, al diseñar la propuesta de este curso se consideró seguir utilizando la metodología del aprendizaje basado en proyectos y el producto final usado anteriormente en cursos presenciales, proyecto en el que el estudiante por medio de modelación matemática, construye funciones a partir de datos reales con el fin de obtener un aprendizaje significativo [3]. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) debe ser una de las herramientas para el desarrollo de las competencias (creatividad, resolución de problemas, habilidad de investigar, trabajar de forma colaborativa, entre otras). Se ha demostrado que los estudiantes de entornos ABP muestran una mejor capacidad para la resolución de problemas [4].

Por último, pero no por ello menos importante, se considera la dimensión emocional de los estudiantes. Desde la década de los setentas los investigadores en Educación Matemática han reconocido la dimensión afectiva del individuo y su relación con el proceso de aprendizaje. Los trabajos de McLeod [5] y [6], ponen de manifiesto el importante papel que juegan las relaciones afectivas. En años posteriores ha surgido estudios que proponen lo que han denominado “alfabetización emocional”. En la Educación Matemática, esta línea señala la importancia de las creencias, actitudes y emociones como factores importantes para lograr aprendizajes significativos [7]. El factor emocional en el desempeño educativo de los estudiantes es de vital importancia entonces [8].

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo describir los elementos principales en la estructura del curso de Matemáticas I implementado en un grupo de nuevo ingreso en el CUCEA así como describir los resultados obtenidos en los estudiantes.

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El curso de Matemáticas I abarca el estudio de los siguientes temas: Funciones (dominio, rango, funciones lineales cuadráticas, exponenciales y logarítmicas), Límites, Derivadas y Máximos y Mínimos.

A continuación, se describen los elementos más importantes tomados en cuenta en el diseño del curso.

1. Syllabus. Con el fin de que el estudiante tuviera desde el inicio, un esquema de todas las actividades que se le presentarían en el curso, desde el primer día de clase se les proporcionó el Syllabus de curso, que contenía el objetivo del curso, la estructura del curso, y el cronograma de actividades, ver tabla 1 donde se da un ejemplo.

Tabla 1. Cronograma del curso.

Marzo				
Día	Tema	Actividades a realizar	Fecha de entrega	Valor
1	Presentación del curso	Ver capítulo de Numb3rs. Actividad de aprendizaje preliminar. Foro “Las matemáticas en la vida”	02/03/2021	4

En el cronograma es posible ver todas las actividades del curso, así como los puntajes que se obtienen por cada actividad. No todas las actividades tenían un puntaje. Se cuidó mucho que no se atiborrara el curso de entregas. En algunas ocasiones había sesiones en las que, aunque había que revisar un video, hacer una lectura y realizar ejercicios, estos solo se consideraban como herramientas para las entregas futuras o para adquirir conocimientos que se usarían en algún momento del curso.

2. Plataformas usadas y estructura del curso. La forma como está diseñado y estructurado el curso es mediante el uso de la plataforma Moodle. Las clases están estructuradas en lecturas, videos, materiales y actividades individuales y en equipo. Los videos son breves, en la mayor parte de las veces de aproximadamente 20 minutos, algunos de ellos son realizados por la profesora y otros son sacados de YouTube. También tenemos dentro de las actividades a realizar, ver la película *Con ganas de triunfar* y el programa piloto de la serie Numb3rs, participación en el foro por parte de los estudiantes para compartir opiniones, un crucigrama de conceptos y dos exámenes en línea. Usamos también Google Classroom cuando los materiales pueden subirse más fácilmente a esta plataforma

Se utilizó aprendizaje basado en proyectos, teniendo como proyecto final proponer una función mediante modelación matemática usando datos de la realidad, con el fin de poder realizar una predicción.

Se usó un grupo en Facebook para interactuar y comunicarse, para comentar y resolver dudas y coevaluaciones del proyecto final, así como Messenger para comentarios en privados con la profesora.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

promedio de 11.20 sobre 15 y en el segundo parcial de 12.65 también sobre un valor de 15.

También se usó Google Meet para realizar reuniones. En la primera reunión se presentó el curso, y solo se llevaron a cabo reuniones cuando algún estudiante necesitó resolver una duda o para dar una retroalimentación sobre las entregas. De esta manera, el horario de clases que era lunes y miércoles de 9 a 11 se destina a que el estudiante siga la secuencia dada en el cronograma (ver video, hacer lecturas etc.) y así se da la opción de que, si el estudiante no puede estar libre exactamente a esa hora, esté disponible más tarde tanto el video que deja la profesora como las lecturas o actividades. En el curso hay 10 actividades de aprendizaje activo a entregar.

3. Proyecto final del curso. El curso tiene un hilo conductor, este es, el proyecto final. En él, los estudiantes forman equipos y a partir de datos reales de una situación de su interés, formulan un modelo matemático proponiendo una función. Está seccionado en varias entregas a lo largo del curso y hay sesiones de coevaluación donde se exponen los avances del proyecto. En este espacio, el profesor fomenta el dialogo entre estudiantes y el apoyo entre iguales. Las entregas son acumulativas: en cada entrega el estudiante corrige lo que tenga que ser corregido y se agrega lo que se piden la actual. Los temas que se estudian a continuación tienen siempre un por qué y un para qué en la percepción del estudiante.

4. Actividades de aprendizaje. El resto del curso consiste en actividades diseñadas para trabajar en equipo, prácticas exploratorias con calculadoras graficadoras o aplicaciones, y exposiciones en video breves por parte de la profesora que sirven para lograr nuestro objetivo principal: adquirir los conocimientos necesarios para proponer un modelo matemático del tema elegido por el estudiante. Los conceptos de límite, continuidad, derivada, máximos y mínimos complementan así el curso.

5. La dimensión emocional. Consideramos que era de vital importancia considerar la dimensión emocional del estudiante, para poder lograr llevar a cabo este curso de manera exitosa. En la primera sesión que se llevó a cabo por medio Google Classroom, se les preguntó a los estudiantes que opinaban de llevar el curso de Matemáticas I en línea. Un estudiante respondió que no estaba de acuerdo, que pensaba que no aprenderían de esa manera y que ojalá volviera ya a las clases presenciales. Dos estudiantes más confirmaron que pensaban de manera similar. Por eso se creó un grupo en Facebook donde pudiéramos interactuar de manera que supliera lo que sería el entorno social presencial. En ese grupo nos saludábamos, les recordaba cuando ya seguía próximamente un examen, ahí subieron sus proyectos durante el curso y ahí podía dar retroalimentación de manera que todo el grupo pudiera ver el desarrollo de los trabajos de los demás y fomentar una conciencia de grupo. Muchos estudiantes preferían preguntar por medio de Messenger sus dudas y hubo una comunicación muy cercana con ellos.

RESULTADOS

Uno de los aspectos a resaltar como resultado de la experiencia que brindó este curso, es sobre las calificaciones finales. Cabe señalar que en esta materia se suele tener en promedio, 50% de aprobados, considerando todos los grupos. En este grupo se tuvo un 84% de aprobados. La media aritmética de los aprobados fue de 87.5 y la mediana fue de 91. En el proyecto final se tuvo un promedio de calificación de 87. En el primer examen parcial se tuvo un

Por otra parte, creemos que es importante conocer las opiniones que los estudiantes tuvieron sobre este curso, aquí transcribimos algunos de los comentarios que expresaron los estudiantes cuando se les pidió que hicieran una reflexión final y que escribieran acerca de las dificultades y experiencias positivas en el proceso del modelado en su proyecto final:

¿Qué experiencias positivas y enriquecedoras experimentaste al aplicar las matemáticas para describir la realidad?

Equipo 1. Fue muy interesante como una función puede llegar a ser tan real como acercarse a los datos reales de temas de suma importancia y hay muchas maneras de aplicar el modelo matemático en temas importantes desde fenómenos de producción hasta incremento de población mundial. Es aquí, donde sabemos que las matemáticas son muy importantes y que se implementan en todos lados.

Equipo 2. Aprendimos a realizar un modelo matemático con base a problemas que surgen en nuestra vida cotidiana y nos dimos cuenta de que las matemáticas las podemos utilizar día con día en diversas cosas y no solo en la resolución de problemas. Algunas de las dificultades que se nos presentaron fueron a la hora de encontrar la función que más se asemeja a nuestro modelo matemático.

Equipo 3 Fue bastante positivo y enriquecedor porque nosotros como estudiantes siempre nos preguntamos para qué sirven las matemáticas en realidad y con este proyecto nos dimos cuenta que sirven para poder predecir fenómenos que están ocurriendo hoy en día y como predecirse en los próximos años como lo es el calcular las hectáreas que se ocuparan para la producción de aguacate en 10 años o más y con este proyecto observamos lo práctico en la vida de lo que es la matemática.

Equipo 4. Al principio nos pareció muy difícil encontrar un tema, también se nos dificultó una vez ya que lo teníamos lo cual nos hizo hacer varias modificaciones sugeridas por la maestra, fue muy dinámico y de conocimiento sin restricciones ya que al buscar una fórmula no teníamos un límite de temas, sino que teníamos que encontrar la que mejor le quedara al problema y nos arrojará un mejor resultado. Este proyecto nos pareció muy dinámico, y activo ya que había un intercambio de ideas muy fluido desde diferentes tipos de vista, pero con un objetivo en común. Nos pareció un proyecto bueno y muy empático ya que se realiza paso a paso con el propósito de ir mejorándolo para hacer un buen trabajo. En cuanto a sus clases y forma de pensar fue muy satisfactoria, de los tres integrantes que somos es la primera vez que nos topamos con una maestra que nos ayuda a relacionar las matemáticas con distintos problemas de la vida cotidiana no sólo hablando de las operaciones básicas. Ya logramos aclarar esa pregunta que arrastramos desde la secundaria ¿Para qué nos sirven todas esas ecuaciones aparte de pasar la materia?

CONCLUSIONES

En la situación actual que se vive en los últimos años, no solo por la crisis sanitaria, sino también por la utilización cada vez mayor de la tecnología, es importante que los docentes sean capaces de



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

matemáticas pudieran realizar entregas de actividades diferentes a los típicos ejercicios de matemáticas.

transformar sus cursos con el fin de motivar a la formación de comunidades de aprendizaje en el aula usando las tecnologías. Las plataformas que se pueden usar actualmente son una gran herramienta, pero tanto docentes como estudiantes está aún en proceso de poder sacar el máximo provecho posible. Dada la experiencia obtenida al impartir este curso de manera innovadora, podemos destacar los siguientes puntos:

- Es posible hacer cambios en las dinámicas y los roles que están acostumbrados los estudiantes que llevan años en ambientes escolares tradicionales, solo hay que estar convencido de que el cambio es posible y ser pacientes y tolerantes ante las posibles manifestaciones de temor al cambio en los estudiantes.
- Es importante no perder de vista el objetivo primordial que todo curso universitario debe tener y es el de aprender algo que sea útil y práctico para el estudiante, algo que le ayude a sacar conclusiones sobre la realidad en la que vive.
- Es importante aprovechar la tecnología para poder estar cerca aún en la distancia. El profesor debe promover que los estudiantes comuniquen sus dudas y retroalimentar sus entregas de manera cordial. Así mismo fomentar la comunicación entre iguales recordando que el aprendizaje debe ser llevado a cabo de manera grupal y sin competir entre ellos.
- La mayor dificultad que se presentó durante este curso, fue el reto que representó para los estudiantes, evaluar el avance del proyecto entre los equipos. Cuando se les asignaba el rol de evaluador y se les daba una lista de los aspectos a evaluar en el proyecto de otro equipo con el fin de que pudieran corregir los errores que tuvieran o señalar los puntos que no estaba cubriendo su trabajo, la mayor parte de las veces tendían a decirse que estaba todo muy bien.
- El buen resultado en las calificaciones finales posiblemente se debe a la diversidad de actividades a entregar día con día, actividades que eran muy diversas y que ampliaban el abanico de posibilidades en el desarrollo de habilidades de los estudiantes: prácticas usando calculadora o graficadoras, crucigramas con conceptos, collage con imágenes sobre conceptos matemáticos, foros de discusión sobre una película vista etc. Esto permitió que los estudiantes que venían ya con creencias limitantes sobre sus capacidades en la clase de

REFERENCIAS

- [1] Collazos, C., Guerrero, L., & Vergara, A. (2001, November). Aprendizaje Colaborativo: un cambio en el rol del profesor. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Education on Computing, Punta Arenas, Chile*.
- [2] Scagnoli, M. N. I. (2006). El aprendizaje colaborativo en cursos a distancia. *Investigación y ciencia*, 14(36), 39-47.
- [3] Marín, S., Fuentes, X., Plazola, L., & Torres, A. (2018). Propuesta didáctica para un curso de cálculo diferencial para ciencias económico administrativas centrado en el estudiante. *El Cálculo y su Enseñanza*, 10, 21-30.
- [4] Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC: una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación universitaria*, 9(3), 31-38.
- [5] McLead, D. B. (1988). Affective issues in mathematical problema solving. Some theoretical considerations. *Journal for Research in Mathematical Education*, 19, 134-141.
- [6] McLead, D. B. (1992). Resarch on affect in mathematics education: A reconceptualization. En D.A. En Grows (Ed.), *Handbook of Resarch on Matematics Teaching and Learning* (pp.575-598). New York: Macmilan
- [7] Gil, N., Blanco, L., & Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 2(1), 15-32.
- [8] Alonso, S. H., Sáez, A. M., & Picos, A. P. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Educación matemática*, 17(2), 89-116
- [9] Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Inserción de la Conciencia Ambiental en Ingeniería Aeronáutica a través de Videos

Jorge Sandoval Lezama
ESIME Ticomán IPN
Av. Ticomán No. 600, Col. San
José Ticomán, Alcaldía Gustavo A.
Madero, Ciudad de México,
México, C.P. 07340.
+52 5522180853
josandoval@ipn.com.mx

Daniel Hernández Caballero
Aeroméxico
Aeroméxico Hangar Oriente, Av.
Río Churubusco 16, Internacional
Benito Juárez, Ciudad. de México,
México C.P. 15640.
+52 5518422990
danavionics@yahoo.com.mx

Arturo I. Sandoval Rodríguez
CIC IPN
Av. Juan de Dios Bátiz S/N, Nueva
Industrial Vallejo, Gustavo A.
Madero, Ciudad de México, C.P.
07738.
+52 5548001479
art.sandoval23@gmail.com

RESUMEN

México participó activamente en la definición de la Agenda 2030, la cual se aprobó en la ciudad de New York en 2015 en la cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable. Dicho documento incluye los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible. Así mismo el IPN a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad implementó el diplomado Formación Tecnológica Ambiental para la Sustentabilidad (FORTAS) desde el 2017. Derivado de la participación en el 2018 en dicho diplomado, y de la labor docente de cuatro semestres, hemos incorporado los criterios derivados del FORTAS en la unidad de aprendizaje "Sistemas Electrónicos Digitales" a través del uso de videos de YouTube. Los resultados obtenidos destacan la importancia del uso de videos como una herramienta de enseñanza y aprendizaje en estos tiempos de pandemia mundial de COVID 19.

ABSTRACT

Mexico actively participated in the definition of the 2030 Agenda, which was approved in New York City in 2015 at the United Nations Summit on Sustainable Development. This document includes the 17 Sustainable Development Goals. Likewise, the IPN, through the Polytechnic Coordination for Sustainability, implemented the Diploma Environmental Technology Training for

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Sustainability (FORTAS) since 2017. Derived from the participation in 2018 in that diploma, and from the teaching work of four semesters, we have incorporated the criteria derived from FORTAS in the learning unit "Digital Electronic Systems" through the use of YouTube videos. The results obtained highlight the importance of the use of videos as a teaching and learning tool in these times of worldwide pandemic coronavirus disease

Palabras clave

Educación 4.0, Conciencia Ambiental, Aeronáutica, Aviónica Aprendizaje Activo.

Keywords

Education 4.0, Environmental Awareness, Aeronautics, Avionics, Active Learning.

INTRODUCCIÓN

La ESIME (Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica) unidad Ticomán, IPN (Instituto Politécnico Nacional) en México imparte las carreras de Ingeniería Aeronáutica. Una de las materias clave en la carrera de Ingeniería Aeronáutica es la unidad de aprendizaje "Sistemas Electrónicos Digitales". Se imparte en el sexto semestre, cubre 4,5 horas de teoría y 1,5 horas de laboratorio a la semana para un total de 108 horas por semestre. Objetivo general del curso: El alumno diseñará sistemas electrónicos digitales básicos relacionados con la aviónica de las aeronaves. Contenido sintético del curso: I. Electrónica Digital en Aeronaves, II. Amplificadores Operacionales y Sensores, III. Conversión Analógica Digital, IV. Microcontroladores, V. Diseño y Aplicación con Micros. La acreditación del curso requiere de exámenes y de un proyecto terminal.

Por otro lado, citando textualmente al Nuevo Modelo Educativo del IPN página 73 "Supone que los profesores distribuyen su tiempo de dedicación entre la planeación y el diseño de experiencias de aprendizaje, más que en la transmisión de los contenidos por el dictado de clases. Supone también que los profesores no trabajan



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

de manera aislada, sino que, en el marco de academias revitalizadas, conformadas por cuerpos académicos, de más de una Unidad Académica, en ocasiones de más de una institución, colaboran a fin de proporcionar visiones integrales de la formación profesional". También otra premisa del Nuevo Modelo, página 78 establece que: "Incorpora la internacionalización en la formación de los estudiantes, de manera tal que les permita desarrollarse en un mundo multicultural. Significa también la asimilación de la dimensión internacional a la esencia, identidad y cultura de la institución. Ello requiere de disposición al cambio y a la transformación, programas flexibles y normatividad que facilite el reconocimiento de créditos y la revalidación de estudios realizados en otras instituciones educativas, y la participación en programas y proyectos que desarrollen competencias, actitudes valores y habilidades que formen a los estudiantes para su incorporación al entorno local, nacional e internacional"

A raíz de la contingencia sanitaria derivada de la covid-19, el Instituto Politécnico Nacional tomó la decisión de continuar con las actividades académicas a distancia, para lo cual implementó un Plan de Continuidad con base en la utilización de recursos y herramientas digitales, incluyendo una estrategia de capacitación basada en Webinars, con el propósito de ofrecer al personal docente del Instituto un amplio repertorio de herramientas y recursos digitales para enriquecer su labor educativa (ver fig. 1).

El aspecto que consideramos crítico se refiere a la gestión, específicamente en la ESIME TIC se utiliza la Norma ISO 9001 2015, que es la base del Sistema de Gestión de Calidad; norma internacional que permite administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. En base a dicha norma en la universidad tenemos una falla crítica en términos de que no se ha actualizado en Ing. Aeronáutica sus planes y programas de estudio, desde el 2004, es decir no se incorpora la visión de la sustentabilidad y del ciclo de vida del producto en los planes de estudio.

FUNDAMENTACIÓN

"El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas." - Nuestro futuro común: Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Informe Brundtland), 1987. [1]

Este concepto tuvo diversos antecedentes como la amenaza de la destrucción ecológica, la extinción de especies, el aumento de la contaminación, el cambio climático y los daños a la capa de ozono, claras evidencias que mostraban que el modelo de desarrollo distaba de ser el adecuado, por lo que el concepto de desarrollo sustentable surgió como una alternativa para mejorar el sentido equitativo y justo del desarrollo, sin provocar el deterioro del medio ambiente. El desarrollo sostenible exige que se mejore la calidad de la vida de todas las personas del mundo sin que se incremente la utilización de nuestros recursos naturales más allá de las posibilidades del planeta.[2]

La ONU predice que la población mundial alcanzará los 10 mil millones de personas en 2057. En ese momento, India será el país más poblado con casi 1,7 mil millones de habitantes seguido de China con 1,35 mil millones y Nigeria con 454 millones. Los últimos 300 años han visto un aumento sin precedentes de la

población humana con un crecimiento de 7 mil millones de personas. 6 mil millones han sido en los últimos 100 años.[2]

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Se espera que esta Agenda ayude a los países y sociedades a emprender un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos. Esta Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que abarcan desde la eliminación de la pobreza hasta la lucha contra el cambio climático, la educación, la igualdad de las mujeres, la defensa del medio ambiente y el diseño de ciudades. [3]

La aviación es una de las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero de más rápido crecimiento. La Unión Europea (EU) está tomando medidas para reducir las emisiones de la aviación en Europa y está trabajando con la comunidad internacional para desarrollar medidas de alcance global. Por ejemplo, la cantidad de combustible quemado por pasajero se redujo en un 24% entre 2005 y 2017. Sin embargo, estos beneficios ambientales se han visto superados por un crecimiento sostenido en el tráfico aéreo, y los pasajeros en 2017 volaron en promedio un 60% más que en 2005. En la UE en 2017, las emisiones directas de la aviación representaron el 3,8% de las emisiones totales de CO₂. El sector de la aviación genera el 13,9% de las emisiones del transporte, lo que lo convierte en la segunda mayor fuente de emisiones de GEI del transporte después del transporte por carretera. [4]

La aviación también tiene un impacto en el clima a través de la liberación de óxidos de nitrógeno, vapor de agua y partículas de sulfato y hollín a grandes altitudes, lo que podría tener un efecto climático significativo. [4]

En 1903, el año del primer vuelo de los hermanos Wright, la población de la Tierra era de 1.600 millones; hoy en día, más de 1.600 millones de personas utilizan las aerolíneas del mundo. La industria del transporte aéreo proporciona 28 millones de puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos en todo el mundo. Y los aviones transportan alrededor del 40% del valor de todo el comercio mundial, lo que impulsa las entregas "justo a tiempo" que son fundamentales para mejorar la productividad. [5]

Hay cinco factores primordiales que destacan en la cambiante industria de la aviación: sociedad, medio ambiente, política, economía y *tecnología*. Si bien los factores sociales, ambientales, políticos y económicos son algo imposibles de controlar, la *tecnología se está convirtiendo en la principal preocupación de la industria de la aviación* [6].

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es generar conciencia ambiental en alumnos del curso Sistemas Electrónicos Digitales, 6to semestre Ing. Aeronáutica, ESIME TIC.

Evidenciar la autogestión del conocimiento de los alumnos a través de las TIC (videos y prototipos).

METODOLOGÍA

De acuerdo con Marshal [7], "El aprendizaje exitoso basado en la tecnología depende en gran medida de un contexto para su uso; los profesores juegan un papel importante en facilitar el aprendizaje de los alumnos y ajustar la tecnología educativa con el contenido de fuentes complementarias. En el mundo de hoy, no es



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

lo que sabes, sino lo que puedes saber, y qué tan rápido puedes saber algo nuevo. La tecnología es una herramienta no negociable en el proceso y una ventaja competitiva en términos de la velocidad a la que accedemos a lo que es nuevo. La tecnología puede llevarnos a lugares a los que nunca hemos ido y que probablemente nunca iremos. La tecnología puede conectarnos con personas de todo el mundo que ofrecen diferentes perspectivas y experiencias".

Partiendo de la premisa de que la información por sí misma puede carecer de significado y es irrelevante sin un contexto, en nuestros cursos a partir de la información antes mencionada y la cual proporcionamos a nuestros alumnos a través de libros, papers, internet, utilizando la metodología pedagógica de aprendizaje basado en cuestionamientos, planteamos preguntas a nuestros alumnos tales como:

¿Qué es la aviónica?, ¿Por qué es importante actualmente la aviónica en las aeronaves?, (ver fig. 2) ¿Cuántas líneas de código tenía el primer avión en volar con una computadora digital (F8-C en 1972)?, ¿Podría la plataforma Arduino Mega controlar el avión F8-C?, ¿Qué porcentaje de las emisiones globales genera el sector de la aviación?, ¿Pueden volar los aviones sin computadoras?, ¿Qué relación tiene el FADEC con los gases contaminantes emitidos por las aeronaves?, ¿Que se requiere para evitar un desastre climático en el 2050? (ver fig. 3)

Con el fin de resolver tales cuestionamientos, nos hemos reformulado y actualizado con los planteamientos de los diversos autores, antes mencionados en la Introducción de este documento, para mejorar nuestra práctica docente y hacer frente a los retos del siglo XXI.

Para las actividades experimentales seleccionamos la plataforma Arduino debido al impacto que tiene en la educación, tal como su versatilidad, disponibilidad y a su relativo bajo costo además de la gran comunidad de usuarios que comparten ideas, proyectos y soluciones. Específicamente el Arduino Uno y el Mega 2560 están soportados por Mathworks para el desarrollo de los sistemas de control retroalimentado; es decir el Arduino se programa con el Matlab/Simulink de Mathworks. Así mismo en el caso del Simulink, los detalles de programación de bajo-alto nivel son transparentes para el estudiante, ya que se utiliza programación gráfica a nivel de bloques (ver figuras. 4 y 5).

En el estudio actual, las características del estudio interactivo, el control del estudiante y el aprendizaje activo existen en el uso de videos. El instructor del curso controla el contenido disponible, pero los estudiantes pueden elegir los segmentos de las videoconferencias que desean estudiar. Pueden hacer una pausa en la conferencia mientras piensan en el material y pueden repetir las explicaciones hasta que se comprendan completamente. [9]

El uso efectivo del video como herramienta educativa mejora cuando los instructores consideran tres elementos: cómo manejar la carga cognitiva del video; cómo maximizar la participación de los estudiantes con el video; y cómo promover el aprendizaje activo del video. Juntos, estos elementos proporcionan una base sólida para el desarrollo y uso del video como una herramienta educativa eficaz. [9]

Para llevar a cabo el trabajo en el último semestre se hizo una revisión de videos y literatura del 2010 al 2021 de referentes como YouTube, Deutsche Welle, TED, TEDx talks, ONU, OACI, FAA, así como de revistas internacionales y congresos internacionales. [1], [3], además del material obtenido y generado durante el diplomado FORTAS [10]. Los dos últimos años trabajamos con emisión de gases contaminantes y su relación con los sistemas de ignición e inyección de los vehículos de combustión interna en el caso de los automóviles y del sistema FADEC (Full Authority Digital Engine Control) y su relación con los motores y turbinas en las aeronaves (ver fig. 6).

Otro punto importante a resaltar se refiere a la prácticas y visitas a empresas del sector aéreo, tales como Landing Systems Services Américas y Aircraft Engines Services de Safran en ciudad de Querétaro y la base de Mantenimiento de Aeroméxico en la ciudad de México las que se realizaban hasta antes de la pandemia, pero se suspendieron a partir del 2019 hasta la fecha.

Como estrategia de trabajo/del curso, al inicio del semestre se les solicita que tomen/gestionen de forma asíncrona y a discreción de forma extraclase los cursos gratuitos que ofrece Mathworks de Matlab Onramp y Simulink Onramp, con duración de 2 horas cada uno con el fin de familiarizarse y de trabajar los aspectos de simulación y experimentales del curso. Así mismo, los alumnos motivados compraron sus tarjetas de desarrollo basados en microcontrolador (Arduino Uno y Arduino Mega), trabajaron en equipos de tres personas a distancia y de forma no presencial en el desarrollo de sus prácticas experimentales y en el desarrollo de su proyecto final/terminal (ver Tabla 1 y Tabla 2).

Finalmente, como parte de la estrategia metodológica de los cursos académicos en el año 2017 utilizamos el software WonderShare QuizCreator [11], el cual es un software profesional que permite construir, crear y desarrollar toda clase de pruebas, cuestionarios y exámenes, con el fin de administrar y realizar un seguimiento de los resultados. El problema es que ya se hizo obsoleto y además tenía un costo asociado.

Posteriormente adoptamos y desarrollamos contenidos para evaluación y autoevaluación con las plataformas thatquiz, Kahoot, Google Forms y Socrative entre otras con el enfoque de la Agenda 2030 es decir, la Aviación y las emisiones de gases de efecto invernadero, así como colección de videos y su edición como herramienta pedagógica de aprendizaje (ver fig. 7).

Estas herramientas son muy útiles para profesores y estudiantes para aprender y repasar conceptos de forma entretenida, como si fuera un concurso de gran ayuda en la planeación pedagógica de los profesores. Se pueden hacer exámenes de varios tipos desde preguntas de falso/verdadero hasta preguntas de elección múltiple (con una o más respuestas). [12], [13], [14].

De acuerdo a lo mencionado en [7] "technology is becoming the prime concern for the aviation industry" y lo planteado por Enikov [15]: La experiencia práctica, por otro lado, es invaluable para los estilos de aprendizaje activo y sensorial, la educación en ingeniería tiene el objetivo no solo de presentar los principios científicos, es decir, la ciencia de la ingeniería, sino también de enseñar a los estudiantes cómo aplicarlos a problemas reales.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 1. Servicios de tecnologías de la información y comunicación institucionales para la comunidad politécnica. Fuente: <https://www.elementosdeaprendizaje.ipn.mx>.

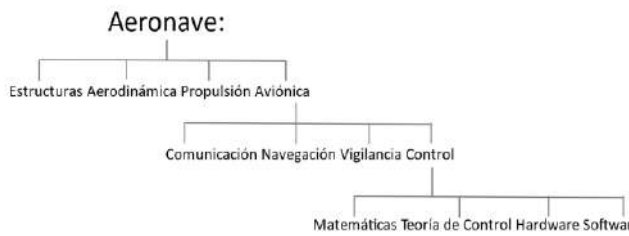


Figura 2. Concepto simplificado de Aeronave de lo General a lo particular. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Are eco-friendly flights impossible? | CNBC Explains. (Captura de imagen de www.youtube.com)



Figura 4. Ball beam system- IPN ESIME Tic (Dic. 2017 YouTube). (Fuente: Realizada por alumnos con asesoría por Autor).



Figura 5. Radar ultrasónico IPN ESIME TIC (Junio 2021 YouTube). (Fuente: Realizada por alumnos con asesoría por Autor).

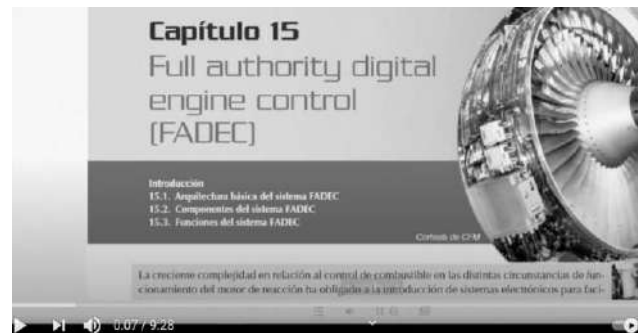


Figura 6. CAPITULO 15. Full Authority Digital Engine Control (FADEC) part 1 (Captura de imagen de www.youtube.com)

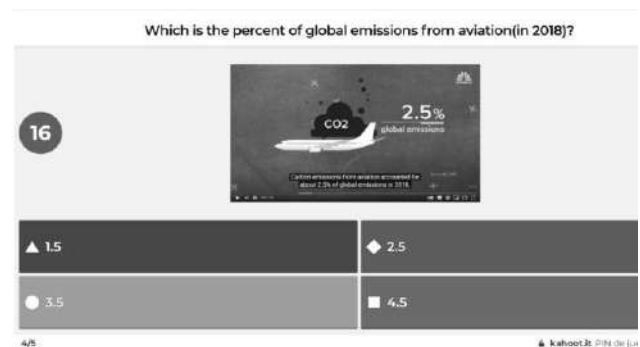


Figura 7. Preguntas realizadas en la plataforma Kahoot. Fuente: Elaboración propia.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

RESULTADOS

En esta parte se muestran los resultados además de una tabla:

Tabla 1. Comparativa de los resultados del desempeño en los primeros semestres del 2019, 2020 y 2021. Elaboración propia.

1er Semestre 2019	1er Semestre 2020 COVID Pandemia	1er Semestre 2021
Se realizaban 10 prácticas de lab. en instalaciones de ESIME TIC	No se realizó Práctica alguna	Por equipos de 2 ó 3 alumnos realizaron Simulaciones Los alumnos realizaron
Los alumnos realizaban videos con sus proyectos de fin de curso	No se realizó proyecto alguno	videos de sus proyectos de Simulación fin de curso No se utilizó equipo físico
Se utilizaba equipo de Lab.: osciloscopios, fuentes de CD, etc.	Se investigó y privilegio el uso de simuladores tal como Matlab y Simulink	tales como osciloscopio, se utilizaron simulaciones y validaciones Cada alumno actualmente tiene acceso a una licencia de Matlab y diferentes Toolboxes
Las licencias de Matlab Simulink se utilizaban solamente en laboratorios de ESIME TIC	El IPN proporciono licencias de Matlab Simulink a cada alumno para uso en su computadora	

Tabla 2. Comparativa de proyectos terminales. Elaboración propia

1er Semestre 2019	1er Semestre 2020 COVID	1er Semestre 2021
Equipos formados por tres estudiantes	No se realizó proyecto	Equipos formados por tres estudiantes
Proyecto terminal se realizaba en laboratorio de Electrónica y en laboratorio de Cómputo	No se realizó proyecto alguno	Proyecto terminal se realiza a distancia, los alumnos se organizan
Presencial y síncrona Utilizan Instrumentos de laboratorio: Osciloscopios, fuentes de poder, multímetros, etc. Utilizan Matlab, Simulink		Virtual y asíncrona Utilizan instrumentos virtuales: TinkerCAD, Multisim, etc Utilizan Matlab, Simulink
Mínimo empleo de Videos como apoyo		Mayor empleo de Videos como apoyo

CONCLUSIONES

De acuerdo a nuestra participación en el diplomado FORTAS en el 2018, y los cursos de actualización ofertados por el IPN durante 2019, 2020 y 2021 así como de la labor docente de cuatro semestres, consideramos que hemos incorporado los criterios del FORTAS en la unidad de aprendizaje “Sistemas Electrónicos Digitales” a través de la motivación, del uso de videos de YouTube, y de videos desarrollados por los alumnos evidenciando el funcionamiento de sus prototipos.

Los alumnos trabajando en equipo virtualmente y a distancia en los proyectos de fin de curso se motivan y aprenden desarrollando participación activa, compromiso e inventiva.

Así mismo los alumnos presentan gran satisfacción al obtener resultados en sus proyectos y de generar los videos correspondientes para subir al YouTube.

Nosotros los profesores, asumimos básicamente el rol de facilitadores y de gestores de su aprendizaje.

Este trabajo al igual que el proceso enseñanza-aprendizaje en la ESIME TICOMÁN, no sería posible sin el uso de la Tecnologías de la Información y la Comunicación, llámese: Software (Internet, Matlab/Simulink, NX, SolidWorks, etc.), Hardware, instalaciones, personal de apoyo, bases de datos (IEEEExplore, etc) proporcionadas por el IPN.

REFERENCIAS

- [1] ¿Qué es el desarrollo sostenible?, <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm>
- [2] Is the World Overpopulated? <https://www.theworldcounts.com/populations/world/10-billion-people>
- [3] Objetivos de Desarrollo Sostenible, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [4] Reducing emissions from aviation, https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en
- [5] Aviation & Emissions A Primer, Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy, 2005, https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/en_vir_policy/media/aeprimer.pdf
- [6] <https://www.cigniti.com/blog/aviation-future-technology/T-Learning-from-Online-Video-Lectures>, Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, 2012
- [7] Marshall J, San Diego State University, 2002, https://www.researchgate.net/publication/324845137_Learning_with_technology_Evidence_that_technology_can_and_does_support_learning
- [8] MathWorks - Creadores de MATLAB y Simulink – MATLAB. Desarrollo de software para cálculo técnico <https://la.mathworks.com>
- [9] Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content.



***XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021***

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [10] DIPLOMADO VIRTUAL FORTAS,
[https://www.ipn.mx/assets/files/sustentabilidad/GDAmbienta
l/fortas/cronograma-fortas4ed.pdf](https://www.ipn.mx/assets/files/sustentabilidad/GDAmbienta%20l/fortas/cronograma-fortas4ed.pdf)
- [11] Professional quiz software builder that lets you create and
manage your quiz or survey and track the result.
<https://www.wondershare.com/pro/cluizcreator.html>
- [12] SOCRATIVE:Home, Your classroom app for fun, effective
engagement and on-the-fly assessments www.socrative.com
- [13] ThatQuiz. Ofrece un servicio de exámenes electrónicos gratis
para maestros. <https://www.thatquiz.org>
- [14] Kahoot! | Learning games | Make learning awesome!. Kahoot
is a free game-based learning platform that makes it fun to
learn – any subject. <https://www.kahoot.com/>
- [15] USB-powered Portable Experiment for Classical Control,
<https://www.asee.org> › 3183_USB-PendulumRev01



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Un mal llamado educación, en la era de la información y tecnología

Eugenio Aviluz Ramírez

Av. De las delicias S/N, col.
Nuevo horizonte, Cd.
Altamirano Gro.
México.

Tel. 7676722020

C.P 40664

13044@uagro.mx

José Efrén Marmolejo Valle

Javier Méndez Aponte No.1,
Servidor Agrario,
Chilpancingo Gro. México.

Tel. 7474719310

C.P 39070

jmarmolejov@uagro.mx

Lizbeth Higuera Pineda

Av. De las delicias S/N, col.
Nuevo horizonte, Cd.
Altamirano Gro.

México.

Tel. 7676722020

C.P 40664

hipl9108@gmail.com

RESUMEN

En este artículo se hace un análisis de la pertinencia de considerar no tan solo reformas educativas en el contenido que se imparte en las Universidades, sino también en la actualidad el contexto ahora es quien en su conjunto marca el rumbo y juega un papel muy importante en la educación. Además del contenido, aunado a los cambios vertiginosos que está imprimiendo la tecnología, es muy importante considerar ciencias blandas como los son la inteligencia emocional e inteligencia financiera entre otras ciencias blandas, en las capacidades y habilidades de los egresados de las Universidades. En la actualidad ya no es suficiente generar egresados altamente capacitados para ser empleados en alguna fabrica, empresa u organización. Hace falta agregar habilidades y conocimientos que les permitan más que ser buenos empleados, alcanzar la libertad financiera, emocional y libertad en tiempo.

ABSTRACT

This article makes an analysis of the relevance of considering not only educational reforms in the content taught in universities, but also currently the context now is the one who as a whole sets the course and plays a very important role in The education. In addition to the content, coupled with the vertiginous changes that technology is printing, it is very important to consider soft sciences such as emotional intelligence and financial intelligence among other soft sciences, in the capacities and abilities of university graduates. At present it is no longer enough to generate highly trained graduates to be employed in some factory, company or organization. It is necessary to add skills and knowledge that allow them more than to be good employees, to achieve financial and emotional freedom and freedom in time.

Categorías y Descriptores Temáticos

Educación, tecnología: análisis de la forma de enseñanza y el enfoque de considerar el contexto además del contenido en las reformas y actualizaciones estructurales de la enseñanza educativa en las Universidades.

Categorías y Descriptores Temáticos

- Educación, tecnología, entorno educativo, contexto tecnológico en la educación.
- Universidad y transformación educativa y entorno social.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

estudia una carrera universitaria para que tengas un futuro asegurado para tu familia y para ti.

Términos Generales

Educación, tecnología.

Palabras clave

Análisis de educación contenido y contexto, tecnología, ciencias blandas, ciencias exactas.

Keywords

Analysis of education content and context, technology, soft sciences, exact sciences.

INTRODUCCIÓN

Las universidades cargamos con un modelo educativo que nace a partir de la era industrial, con la finalidad de capacitar gente para ser productivos en una fábrica, con ello se buscaba lograr que cada persona alcanzara la especialidad en algún área en especial y así explotar el máximo del potencial del ser humano en beneficio de la productividad que pudiera tener dicha fábrica o empresa para la que trabajara. De esta manera se estaba contribuyendo en la buena producción de la fábrica y por ende en lograr los objetivos y metas tanto en producción como económicos de la misma.

El modelo económico, sistema educativo y tecnología que emergía, de ese entonces permitía una buena remuneración económica para el especialista, así como una garantía social que incluía un respaldo en salud, economía del trabajador y su familia de por vida, después de haber cumplido ciertos años de trabajo para con la fábrica o empresa. Por tal motivo estudiar una carrera en una Universidad significaba una llave para asegurar el futuro de las personas hacia una vida de estatus económico, social y buen generador de ingreso, así como asegurar el futuro de la familia.

Es por ello que se generó una programación en los seres humanos de estudiar una carrera universitaria para que seas alguien en la vida, encuentres un buen trabajo y asegures el futuro de tu familia para un buen vivir, que garantice cubrir las necesidades básicas y prioritarias de todo ser humano: comida, casa, ropa, salud, etc., vivir cómodamente y lograr una zona de confort dentro de lo que la sociedad ha llamado una clase media por el potencial económico que puede generar los trabajadores dentro de una programación que así ha etiquetado socialmente.

En la era industrial, las universidades nos capacitaban en ciencias exactas y demás ciencias, que nos hacían ser especialistas y excelentes entes capaces de generar grandes cantidades de producción para una fábrica o empresa, en esta época quien poseía una mayor especialidad significaba mayor rentabilidad y por ende una mayor producción para la fábrica, y de esta forma la remuneración económica que podía alcanzar cada trabajador, los títulos universitarios eran sinónimos de gente que era especialista en algo productivo para una fábrica. Era muy común escuchar

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar de la pertinencia de considerar además del contenido, el contexto en las reformas y planes de estudio de las Universidades, tal que permita habilidades y conocimientos de las ciencias blandas, en sus egresados.

Objetivo específico

- Analizar la pertinencia de las ciencias blandas en la educación.
- Considerar además del contenido el contexto para la transformación de la educación.
- Dejar de producir empleados en las universidades, es dejar de producir esclavos.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La información de análisis y propuesta de este artículo se enfoca mediante una metodología de investigación de racionalización, análisis y razonamiento sistemático, del entorno y contexto de investigación considerando este último como de vital importancia para el modelo de enseñanza aprendizaje de una educación que presenta una disrupción educativa trastocada por la tecnología. Considerando la metodología utilizada no como una receta mágica, si no como un conjunto de herramientas de vital importancia que conlleva a la realización de esta investigación.

CIENCIAS BLANDAS INTELIGENCIA FINANCIERA, INTELIGENCIA EMOCIONAL Y CIENCIAS EXACTAS

En las universidades se enfocaron en enseñar ciencias exactas, tangibles que agregaran conocimientos y habilidades que permitieran convertir a una persona, en un especialista para manipular y/o operar una maquinaria en una fábrica y así desempeñar satisfactoriamente una función dentro de la empresa que satisfaga una necesidad de la misma. El enfoque universitario ha sido preparar seres humanos para poder emplearse y desempeñar una función satisfactoriamente dentro de una organización contribuyendo así en las metas, objetivos y estrategias de la empresa o fábrica para la que se trabaje.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Se ha dejado a un lado y restado importancia a las ciencias blandas como son la inteligencia emocional que en épocas actuales donde las tecnologías emergentes nos invaden día con día e imprimen un modelo de vida que ha trastocado todos las áreas y aspectos en los que interactúa el ser humano, desde aspecto económico, físico, social, etc., etc., una época que estamos viviendo de pleno siglo XXI, de encierro por una pandemia que ha cobrado vidas y seguirá cobrando, estrés social constante, el aspecto psicológico y emocional es uno de los pilares de mayor importancia para subsistir y mantenerse coherente; así pues las inteligencias emocionales representan hoy día salud mental, que en este siglo que vivimos grandes científicos como el profesor de la facultad de medicina de Harvard, Dr. Mario Alonso Puig, Alonso, M.. (2013), han demostrado que la salud mental esta inminente ligada con la salud física, así como también considerado que todo aquello que podemos ver, sentir o tocar primero es una idea y pasa por el cerebro humano y por ende es parte del aspecto emocional y psicológico.

Otra de las ciencias blandas que en su momento de la era industrial no se contempló en la preparación de un estudiante universitario y que hoy día nos está haciendo mucha falta, es la capacitación en inteligencia financiera. En su momento se requerían entes especialistas muy preparados y capacitados para operar una maquina dentro de una fábrica o empresa, la visión era satisfacer las necesidades de ese momento, que era personal capacitado para operar y generar producción. Es por ello que se nos capacitaba, preparaba y programaba para ser empleados, y quienes a mayor especialidad se lograba tener, mejores sueldos y aspiraciones de ingreso se tenía. Lamentablemente siempre se nos preparó para salir y buscar un empleo y ser altamente empleables, se nos preparó para ser empleados y esclavos de un trabajo, no se nos preparó para alcanzar una libertad financiera. Hoy día la Universidad de contenido está siendo obsoleta y estamos trascendiendo a una sociedad de contextos donde no solo influye el contenido temático, si no el contexto que rodea, como lo es la tecnología que ha impactado en todas las actividades en las que interactúa el ser humano entre ellas la forma de como aprender, y con ello resta importancia a la idea de que para aprender se tenía que asistir a una universidad.

Actualmente el ser empleado de cualquier compañía está dejando de ser rentable, día con día que pasa, puesto que todos los sectores económico están vinculados a los avances tecnológicos y estos evolucionan constantemente a una velocidad vertiginosa que está acoplándose a un nuevo contexto que nos rodea, la tecnología ha cambiado entre otras cosas la forma de emplearse, hoy día las fronteras que existían para poder emplearse en países diferentes paulatinamente la tecnología ha desaparecido dichas fronteras. Las Universidades nos han enseñado y programado para ser excelentes empleados, mas no nos han enseñado como dejar de ser empleado, no nos enseñaron como ser libres financieramente, no se enseña cómo generar ingresos sin ser empleado de otro, no se enseña cómo luchar por un sueño propio antes de contribuir para el de otro.

Estamos viviendo una etapa donde la tecnología ha tenido un gran impacto en todas las áreas de la vida del ser humano y en el ámbito económico y financiero está sirviendo de apalancamiento para generar riqueza, hoy día es más común, ver que, gente joven, a temprana edad, logran grandes riquezas y algunas de ellas sin haber terminado una Universidad necesariamente, es decir logrado la libertad financiera sin un título Universitario, en su momento han tenido que desertar de la universidad para poder lograr esa libertad financiera que no veían posible de acuerdo a lo vivido y enseñado en las universidades. Por mencionar algunos casos: Steve Jobs fundador de Apple, estudio solo un semestre en el Reed Collage de Portland, Bill Gates fundador de Microsoft estudio unos años en la universidad de Harvard pero la abandonó sin concluir, Michael Dell fundador de la empresa Dell estuvo en la Universidad de Texas sin haber concluido, Mark Zuckerberg creador de Facebook estuvo tres años en la universidad de Harvard y la dejo, Larry Ellison cerebro de ORACLE tampoco culmino la Universidad, aquí no aplica la frase hay que ser buen estudiante para tener un futuro asegurado. Todos ellos con un paradigma diferente al que enseñan las Universidades de quien se equivoca tiene un error, la mayoría de ellos consideran y atribuyen su éxito a la gran cantidad de errores que tuvieron y de los cuales para ellos no fueron errores si no aprendizajes que los llevo al éxito. Contrariamente en la Universidad quien se equivoca tiene un error el cual es penalizado o castigado. La inteligencia financiera enseña que tener un obstáculo es sinónimo de aprendizaje y cumulo de conocimiento, a mayor cantidad de obstáculos superados y aprendidos más cerca se está de la meta. Muchos de los hombres exitosos han logrado su éxito gracias al apalancamiento de la tecnología, en plena era de la información sin tener que ser empleado ni esclavo de una empresa. En la Universidad nos capacitan para poder emplearnos, nos programan para ser esclavos toda una vida. En plena era de la información, la tecnología ha mostrado ser una llave que puede mostrar el camino a la libertad.

ERA DE LA INFORMACIÓN Y LA TECNOLOGÍA SIGLO XXI

En plena era de la información la tecnología es la palanca que mueve al mundo ha impactado todos los sistemas y áreas en que se desempeña el ser humano. La tecnología ha revolucionado entre otras tantas cosas la vida del ser humano. En pleno siglo XXI y periodo de pandemia y encierro voluntario-obligatorio la tecnología ha sido la ventana que permite ver hacia el exterior, la tecnología revoluciono forzosamente la forma de enseñar de las Universidades que traían un sistema de enseñanza presencial forzosamente tuvieron que migrar a un sistema virtual adaptado e improvisado. En el terreno económico despertó la proliferación del trabajo virtual desde casa, mediante el uso de diferentes plataformas y herramientas tecnológicas. En el sistema de salud la tecnología sirvió como el gran aliado para salvar vidas desde consultas hasta intervenciones que emplean la tecnología.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

La tecnología ha sido la ventana mágica para varios soñadores que han descubierto que mediante el apalancamiento de esta poderosa herramienta les ha permitido generar y desarrollar economía a la velocidad del desarrollo de las mismas tecnologías. La Tecnología hoy día ha generado empleos y oportunidad de generar riquezas que antes jamás no hubiésemos imaginado, la tecnología se convirtió en la catedral de mayor cobertura para la diversidad de generar riqueza y modo de economía para el ser humano entre otras cosas en plena pandemia del siglo XXI.

UNIVERSIDAD CONTENIDO Y CONTEXTO

El enfoque Universitario y renovación de las habilidades y conocimiento de sus egresados se ha centrado en el mejor de los casos principalmente en la remodelación de los planes de estudio respecto al contenido temático curricular, y esto en muchos casos ha perdido de visión para contemplar todos y cada uno de los sucesos que permean el entorno, en muchas situaciones se ha perdido de vista el contexto del entorno en el que interactúa el ser humano, en las últimas dos décadas la tecnología ha cambiado completamente el contexto en que vive el ser humano, sin embargo las ideologías y formas de enseñanza en las Universidades y en general en la sociedad aún conservan modelos y estructuras que se han vuelto obsoletas con el paso del tiempo y evolución de la tecnología.

El avance y crecimiento del ser humano hoy día exige contemplar un contexto muy diferente a hace 200 años de la revolución industrial cuando nació la idea de formación y capacitación del ser humano para poder emplearse.

La toma de decisiones y aprendizaje en plena era del conocimiento y la tecnología, ahora está enfocado en todo el contexto que influye en la sociedad y está en constante cambio permanentemente evolutivo.

DESPROGRAMATE

Existe una programación que se ha ido impregnando en cada uno de nosotros aunada al sistema educativo que hemos tenido, puesto que, entre otras tantas cosas, nos han inculcado una cultura para siempre estar compitiendo y buscar ser el mejor y con ello encontrar el mejor empleo que garantice un salario bien remunerado y una salud social que respalde nuestra vejez para cuando yo no podamos ser productivos al sistema que pertenecemos, se nos han programado entre otras ideas siempre tener miedo al error puesto que este lleve a denotar una persona inepta o sin conocimiento, cuando quien más errores ha tenido en la vida son más conocimientos acumulados, pensamiento así para las personas de éxito. Se nos ha programado siempre, toda una vida para ser el

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

mejor empleado, no para dejar serlo, y lograr una libertad financiera, y mucho menos de temprana edad, nos programan para trabajar toda una vida hasta que el cuerpo ha dejado ir sus mejores años de vida, en una empresa, fabrica o institución, etc.

Actualmente la tecnología ha roto un paradigma que se creía que el conocimiento solo se podía recibir asistiendo a una Universidad, contrario a esto hoy se ha demostrado que se puede aprender en todos los lugares a todas horas en cualquier momento. Hoy estamos aprendiendo a desaprender todos los paradigmas que se nos han venido programando. Estamos viviendo en el sistema educativo, un final de un sistema por competencias inoperante que se ha desarrollado en países como Estados Unidos e Inglaterra entre otros, al mismo tiempo el auge de un modelo educativo de Países como Finlandia donde se están enfocando a que la estructura de su modelo educativo sea colaborativo. El enfoque inicial y creador de la educación tradicional ha creado **carreras profesionales con fecha de caducidad** puesto que el objetivo principal solo era capacitar. Actualmente existe la conciencia de docentes visionarios de las Universidades que se han dado cuenta que ese enfoque ya no es del todo exitoso y acorde a las exigencias del contexto que vivimos, y se busca la forma de **cómo hacer profesionales que sean siempre competentes**, es el caso que busca la Universidad Autónoma de Guerrero de enfocar alternativas de oportunidad de estudio para la población enfocadas hacia la rentabilidad y pertinencia del contexto que se vive.

TODA ACTITUD DEPENDE DE LA PROGRAMACION

La cultura educacional de las Universidades nos ha programado para juzgar o satanizar cada error que se comete, estamos programados como si cada situación tuviese una respuesta binaria (bien o mal), descartamos la posibilidad que cada situación puede tener varias formas de resolverse y que cada obstáculo puede tomarse como un gran aprendizaje ocurrido que dejará experiencia y aprendizaje. Cuando los grandes personajes exitosos y con libertad financiera argumentan que quien se levanta de más errores, más cerca está del éxito de acuerdo a su experiencia, cada error cometido si se aprende te hace una persona más lista, menciona Robert Kiyozaki en su libro escuela de negocios, Kiyosaki, R.. (2016)., si en 5 años no has cometido ningún error nos has aprendido nada y solo serás más viejo 5 años.

Desde niños se nos ha programado para hacer algo que convenga a una sociedad, en muchas ocasiones esta programación cuarta la libertad de volar y ver más allá de ese límite, es decir estamos programados desde niños por las conveniencias sociales. Aunado a esto todo lo que vamos haciendo nos va construyendo un hábito, dicho hábito te hace dependiente porque te lo han programado. Cada cultura y educación tiene una forma de ver y programar a quienes la forman.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Lo que más le preocupa las personas programadas es tener la razón, tienen miedo a perder sus ideas, en las que se apoyan. Porque les da miedo el cambio, las nuevas ideas y la realidad.

EDUCACIÓN Y SISTEMAS DE PENSIONES INOPERANTES

En la era Industrial aproximadamente hace 200 años, se nos programó para estudiar, prepararnos, capacitarnos y ser altamente empleables para una fábrica, empresa, etc., etc., con esto se pretendía que muchas de las personas que trabajaban en el campo con ingresos bajos y exceso de trabajo, tuviese aspiraciones a un estilo de vida de menos esfuerzo físico y agotador. El ser empleable por una fábrica significaba un salario remunerable bueno para esa época, así como, un sistema de seguridad social que garantizaba ser atendido cuando enfermara el trabajador o familia, y después de tantos años de entregar su vida, trabajo y esfuerzo a esa fábrica o compañía, en retribución, esta le asignaba un salario de retiro de por vida en otras palabras una pensión por los años de trabajo y vida entregados a dicha fábrica, compañía, etc.

Sin embargo, este modelo y sistema de trabajo fue sufriendo cambios y adecuaciones que no precisamente han favorecido al trabajador, en la actualidad los sistemas de prestaciones son muy precarios e inoperantes, entre ellos las jubilaciones han desaparecido y estamos viviendo una etapa de extinción de los últimos que vivieron ese sistema.

A nivel global prácticamente han desaparecido las jubilaciones, y una de las teorías que explica por qué la extinción de esta inoperabilidad del sistema de pensiones, es que para el sistema fue creciendo cada vez en mayor cantidad la clase jubilada que ya no producía, y a quienes debían pagar, y mantener un salario, al mismo tiempo que contratar una nueva persona, con un nuevo salario que pagar y cubrir y un sistema de salud y prestaciones que satisfacer, dado la demanda de una población relativamente ya no empleable por una fábrica o empresa por su vejez.

Actualmente enfrentamos una sociedad donde mucha gente que ya no produce o trabaja dado su vejez, y que depende de un sistema de pensiones y prestaciones en extinción, el cual ha colapsado y vuelto inoperante dada la creciente demanda de recurso que se tienen que generar para mantener una clase social que ha dejado de producir por su vejez. Ahora relativamente son más los que consumen recursos, y menos los que producen o generan dicho recurso, es por ello que el sistema, esta frente a un problema de nivel mundial con un gran número de gente adulta que ya no produce y que tiene que mantener.

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Enfrentamos y vivimos un contexto que exige un sistema educativo sin caducidad y en constante aprendizaje, la visión de trabajo ha cambiado por la ola tecnológica que vivimos y ahora tomando a la tecnología como medio de apalancamiento se puede ser productivo sin la necesidad de grandes esfuerzos físicos, y sin que la vejez o edad, sea un impedimento, para ser altamente productivo en algún sector que genere ingresos.

Actualmente la jubilación significa pasar de clase media a clase pobre.

APRENDER ES LA HERRAMIENTA MAS PODEROSA DE LAS PERSONAS

En plena era de la información y la tecnología todo conocimiento y aprendizaje puede estar a tan solo un simple click de nuestro alcance, podemos aprender desde la comodidad de cualquier lugar desde donde nos encontremos, simplemente necesitamos una conexión a internet y un dispositivo que nos permita acceso a la carretera de la información.

Haciendo un comparativo de las etapas por las que hemos vivido y actualmente la que estamos viviendo, en la era agraria lo importante era tener tierra, en la era industrial lo importante era tener capital, actualmente vivimos la era del conocimiento y la tecnología, disponer de talento y conocimiento es lo que nos sitúa a la vanguardia de las situaciones. El contexto de la tecnología, desarrollo educativo y económico ha cambiado.

En la actualidad gracias a la tecnología se tiene acceso a la información de mucho mayor facilidad en todo tiempo, a toda hora, y desde cualquier lugar. Esto hasta antes del internet no era posible.

Lo único que nos separa de un resultado que queremos es la falta de información que nos permite lograrlo, las ganas y acción para hacerlo. En plena era de la información y la tecnología, la mejor palanca que necesitamos para lograr, lo que se quiere, es precisamente la información que te permita hacer eso que buscas.

TECNOLOGIA, EDUCACIÓN Y TRABAJO

Vivimos los beneficios y todas las bondades del florecimiento de una era de información y tecnología. Y actualmente es muy común que personas sin haber terminado una carrera Universitaria, utilizando el apalancamiento de la tecnología y la información, han logrado resolver su futuro económico y alcanzar lo que conocemos como una libertad financiera gracias al uso de la tecnología y la información. Pero también es común que se vive una transición que tiene un enfoque Universitario, donde aún, se sigue capacitando y preparando para ser empleados, con ello formar parte de una clase



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

socialmente económica media en peligro de extinción, cada día que pasa la velocidad de la tecnología y economía pareciera que tienden a desaparecer la clase económicamente media, la tendencia es que esa clase media o se anexa a la clase económica alta, o el poder económico de su salario desciende tanto que engrosa las filas de la clase socialmente pobre. Las clases medias hoy día están sujetas a un salario con tope de ingreso y progreso económico muy lento, esclavas de un horario y cambian horas vida por dinero, esta clase está en peligro de extinción.

La tecnología y educación a través de los planes y programas de estudios de algunas Universidades aún se centran tanto en el contenido únicamente que no contemplan la velocidad e impacto que tiene los cambios vertiginosos del contexto tecnológico educativo en la sociedad.

El preparar un profesionista para ser empleado, este empleado cede el control financiero de su vida a una empresa u organización, se generan la creencia que otros (empresa, organización, etc., para la que trabaje), deben ser los responsables de su vida y seguridad.

Por otro lado, existe una sociedad selaciamente responsable, que es consciente de su vida, su educación y seguridad. Están en constante aprendizaje y utilizan precisamente el apalancamiento de la tecnología para constantemente estarse educando, están conscientes que la información es poder y el educarse constantemente les mantiene la vanguardia del contexto y con las posibilidades de generar riquezas mediante el apalancamiento de la tecnología e información. No se consideran productos terminados constantemente se está aprendiendo.

Es muy importante ser conscientes que el formar parte de los empleados es ceder el control financiero de nuestras vidas a alguien, entre mayor seguridad social y económica se esté buscando mayor será el control financiero que se esté cediendo a alguien y con ello mayor control de su vida a dicha empresa, organización, etc., para la que se labore.

Existe una sociedad responsable del control financiero de su vida y seguridad que aprenden constantemente y se preparan constantemente, consideran que cada error no es malo y lo catalogan como un aprendizaje que les acerca al éxito y libertad financiera. También existe una sociedad que se considera víctima y creen que otros (empresa, organización, etc.,) deben ser los responsables de su vida y seguridad.

RESULTADOS

En el análisis de este artículo se puede argumentar como resultado lo siguiente:

La capacitación para ser empleable por una fábrica, empresa u compañía inicia en la era industrial, en esa época ser empleable garantizaba una solvencia económica estable y una seguridad social garantizada.

Asistir a una universidad y ser egresado, garantizaba ser capacitado y dotado de conocimientos que permitían poder ser empleado de una fábrica y tener un salario bien remunerado.

Actualmente vivimos la era de la información y la tecnología donde los conocimientos y habilidades que fueron muy importantes y útiles para quienes asistían a una Universidad en la era industrial, ahora ya no los son.

La enseñanza y conocimiento en la era industrial principalmente se centraban en el contenido de lo enseñado en ese momento, en la actualidad en plena era de la información y la tecnología más que el contenido, lo que ahora es importante es el contexto, en el que está inmerso una sociedad.

En su momento no se consideraron las ciencias blandas entre otras como la inteligencia financiera, inteligencia emocional, tec., etc., como parte importante de las capacidades y habilidades de los egresados de una universidad.

Hoy día nos damos cuenta que los egresados de las Universidades se les enfocó y capacitó altamente para ser empleables, en su momento fue funcional. Hoy día se busca egresados con habilidades y cualidades distintas y lo ideal sería que los egresados de hoy día fuesen capaces de lograr una libertad financiera y libertad en tiempo, más que ser empleados, entre otras cosas.

Hace falta en la mayoría de los planes de estudio de las Universidad incluir las ciencias blandas como la inteligencia financiera, inteligencia emocional, etc.,etc., Universidades pioneras en estos temas como lo es la Universidad de Harvard ha mostrado la gran importancia de estas áreas del conocimiento en los egresados de una Universidad, así se puede ver en el análisis profundo que hacen de los 14 libros que integran la serie inteligencia emocional de Harvard Business Review por el profesor N.C Kurt, Kurt,N.. (septiembre 1,2021).

CONCLUSIONES

Fijar el enfoque de conocimiento de las Universidades tan solo en el contenido ha generado egresados altamente empleables por una fábrica, empresa u organización eso fue muy funcional en la era industrial.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

En plena era de la información y la tecnología más que el contenido lo importante es el contexto en el que está incluida una sociedad. Hace falta considerar las ciencias blandas como los son la inteligencia financiera e inteligencia emocional como parte de las habilidades y conocimientos para que un egresado tenga las herramientas que le permitan lograr y aspirar a más que ser empleado.

En pleno siglo XXI y periodo de pandemia y encierro voluntario obligatorio la tecnología ha sido la ventana que permite ver hacia el exterior, la tecnología revolucionó forzosamente la forma de enseñar de las Universidades que traían un sistema de enseñanza presencial forzosamente tuvieron que migrar a un sistema virtual adaptado e improvisado.

Actualmente la tecnología ha roto un paradigma que se creía que el conocimiento solo se podía recibir asistiendo a una Universidad, contrario a esto hoy se ha demostrado que se puede aprender en todos los días a todas horas en cualquier momento. Hoy estamos aprendiendo a desaprender todos los paradigmas que se nos han venido programando.

Desde niños se no ha programado para hacer algo que convenga a una sociedad, en muchas ocasiones esta programación cuarta la libertad de volar y ver más allá de ese límite, es decir estamos programados desde niños por las conveniencias sociales.

Enfrentamos y vivimos un contexto que exige un sistema educativo sin caducidad y en constante aprendizaje, la visión de trabajo ha cambiado por la ola tecnológica que vivimos y ahora tomando a la tecnología como medio de apalancamiento se puede ser productivo sin la necesidad de grandes esfuerzos físicos, y sin que la vejez o edad, sea un impedimento, para ser altamente productivo en algún sector que genere ingresos.

Actualmente es muy común que personas sin haber terminado una carrera Universitaria, utilizando el apalancamiento de la tecnología y la información, han logrado resolver su futuro económico y alcanzar lo que conocemos como una libertad financiera gracias al uso de la tecnología y la información.

Es muy importante ser conscientes que el formar parte de los empleados es ceder el control financiero de nuestras vidas a alguien, entre mayor seguridad social y económica se esté buscando mayor será el control financiero que se esté cediendo a alguien y con ello mayor control de su vida a dicha empresa, organización, etc., para la que se labore.

REFERENCIAS

- [1] Alonso, M.. (2013). Reinventarse. España: Plataforma Editorial.
- [2] Muller-Meer Katz, P., Muller-Meer Katz, E.. (2012). SOÑAR O NO SOÑAR. Alemania: Tycoon OHG.
- [3] Kiyosaki, R., Trump, D.. (2012). QUEREMOS QUE SEAS RICO. Colombia: ALFAGUARA.
- [4] Kurt, N.. (Septiembre 1, 2021). Inteligencia Emocional Según la Universidad de Harvard. Septiembre 22, 2021, de UdeMY Sitio web: <https://www.udemy.com/course/inteligenciaemocional-segun-la-universidad-de-harvard/>.
- [5] Harvard Deusto (Mayo 19, 2021), Reinventar el futuro: nuevos tiempos, nuevas ideas [Video]. <https://tinyurl.com/ye4fthv4>.
- [6] Kiyosaki, R.. (2016). Escuela de negocios. ESPAÑA: Penguin Random House Grupo Editorial SA de CV.
- [7] Vásquez Velásquez, A. M., Sánchez Rosete, L., & Bolívar Buriticá, W. (2018). Los espacios digitales en permanente definición y construcción. Un análisis desde los elementos formativos. *Pedagogía Y Saberes*, Volumen (48), pags. 71-82.
- [8] Obando Correal, N. L., Palechor Ocampo, A. O., & Arana Hernández, D. M. (2018). Presencia docente y construcción de conocimiento en una asignatura universitaria modalidad blended learning. *Pedagogía Y Saberes*, Volumen (48), pags. 27-41.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

ATE (Actividad Tecnológica Escolar) basada en gamificación: una estrategia para incentivar la motivación desde la robótica escolar.

ATE (School Technology Activity) based on gamification: a strategy to encourage motivation from school robotics.

Monica Lorena Pedraza Nova
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia-Bogotá
3002734098 y + 57
mlpedraza@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

Este trabajo presenta los avances en la implementación de una experiencia de innovación pedagógica que integra motivación y gamificación en el diseño de una Actividad Tecnológica Escolar (ATE). Durante el desarrollo de las actividades, los estudiantes desarrollan misiones y retos individuales y grupales relacionados con la construcción de artefactos automatizados que solucionan problemas cotidianos. La metodología de validación es secuencial-exploratoria con enfoque mixto; está siendo implementada con 42 estudiantes de octavo grado del Colegio La Enseñanza Bogotá fundado en 1783. Los avances en la investigación evidencian que las condiciones de diseño de propuestas de construcción para la ATE benefician el aprendizaje de conceptos básicos de robótica.

ABSTRACT

This paper presents the advances in the implementation of an experience of pedagogical innovation that integrates motivation and gamification in the design of a School Technological Activity (ATE). During the development of the activities, students develop individual and group missions and challenges related to the

construction of automated devices that solve everyday problems. The validation methodology is sequential-exploratory with a mixed approach; it is being implemented with 42 eighth grade students from the Colegio La Enseñanza Bogotá founded in 1783. The advances in research show that the conditions of design of construction proposals for the ATE benefit the learning of basic concepts of robotics.

Categorías y Descriptores Temáticos

General and reference: Cross-computing tools and techniques, validation.
<https://dl.acm.org/ccs>

Términos Generales

Educación en tecnología, Actividades tecnológicas escolares y lenguaje de programación.

Palabras clave

Motivación de logro, gamificación, tecnología, robótica escolar.

Keywords

Achievement motivation, gamification, technology, school robotics.

INTRODUCCIÓN

La motivación afecta el aprendizaje. Cuando los sujetos están motivados la experiencia de aprendizaje es significativa. Estudios como los de [1] y [2] afirman que una de las causas de la motivación de los estudiantes es la estrategia didáctica utilizada durante el desarrollo de actividades.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia. Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

En la educación en tecnología las ATE, son herramientas didácticas desarrolladas por los docentes las cuales pueden ser ajustables a los contenidos y evaluables. Es decir, que son desarrolladas para fortalecer el estudio de la tecnología mediante estrategias como aprendizaje a través de la construcción, aprendizaje a través del diseño y aprendizaje con el enfoque de Ciencia Tecnología y Sociedad. La robótica escolar, con el uso de software permite aprender sobre el lenguaje de programación y con material concreto (kit con elementos de electrónica) se construyen proyectos donde se evidencia que los estudiantes fácilmente se frustran o desinteresan ante él no funcionamiento adecuado de las construcciones o el no cumplimiento de los objetivos propuestos.

Por esta razón, se plantea la implementación de una ATE de aprendizaje a través de la construcción con mecánica de juego, en el desarrollo de 3 proyectos básicos de robótica, que darán respuesta a contextos reales y con la cual se busca evidenciar la incidencia de esta en la motivación de logro en la población analizada.

OBJETIVOS

Evaluar el efecto en la motivación de logro de la implementación de una Actividad Tecnológica Escolar de aprendizaje a través de la construcción que incorpora una estrategia de gamificación, en estudiantes de octavo grado del Colegio De la Enseñanza en Bogotá.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

ATE: Actividad tecnológica escolar de aprendizaje a través de la construcción

El material didáctico desarrollado dentro de esta propuesta de innovación pedagógica y para su implementación, cuenta con una estructura de 5 aspectos: a) Competencias: Objetivos basados en las competencias y desempeños que estipula el documento, Orientaciones generales para la educación en tecnología [3] b) Retos y misiones: Situaciones problema en contextos reales con niveles de desempeño que miden progresivamente las habilidades de los estudiantes, partiendo desde novatos, principiantes, intermedio y avanzado. c) Insignias y puntos: Estrategia de reconocimiento por cada nivel de desempeño alcanzado. Los resultados en cada misión permiten pertenecer al ranking y evidenciar el progreso. Las insignias y logros tienen puntajes diferentes que aportan al gran botín que buscan obtener en la última misión. Igualmente, se cuentan con reglas o normas que rigen el desarrollo de la actividad. d) Manos a la obra: cada una de las misiones cuenta con una guía de desarrollo y trabajo, que permite tener los insumos necesarios para dar cumplimiento al reto y plantear un producto tecnológico con el uso de los elementos del kit de robótica, acorde a la problemática. Contiene, actividad diagnóstica, problema, contexto, hoja de trabajo y materiales, paso a paso de construcción y reflexión al final de cada misión, donde se evalúa el proceso y los resultados. e) Trabajo colaborativo y cooperativo: Los niveles intermedio y avanzado están diseñados para el trabajo en parejas y en grupos, con el fin de fortalecer el

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia trabajo por roles (Diseñador, ensamblador, programador y comunicador) y trabajo en equipo.

Proceso de implementación de la innovación

Metodología

La validación de la ATE considera un diseño secuencial-exploratorio con enfoque mixto. Durante la aplicación de la ATE, se han utilizado instrumentos como una prueba pre-test EAML - Escala Atribucional de Motivación de Logro.- [4] para identificar la escala de motivación en apertura y en cierre del proceso. Para los datos cualitativos se han realizado observaciones mediante una matriz con tabulación de categorías de motivación (extrínseca e intrínseca), grupos focales y la aplicación de el test EMPA - Cuestionario de Evaluación Motivacional del Proceso de Aprendizaje.- [5].

Evidencias



Figura 1. Ruta de trabajo de la ATE.
Fuente: Elaboración propia.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

La ATE se implementó en el segundo periodo escolar, con una duración de 12 semanas con intensidad horaria de 4 horas semanales. Dividida en: presentación del material didáctico 1 semana, actividad diagnóstica (novatos) 2 semanas, reto 1 (principiantes) 3 semanas, reto 2 (intermedio) 3 semanas, reto 3 (avanzado) 3 semanas. El docente es un agente pasivo en la implementación de la ATE.



Figura 2. Escenario de implementación de la ATE.
Fuente: Evidencias del autor.

Como se muestra en la figura 2, manteniendo los protocolos de bioseguridad, los estudiantes trabajan en el segundo reto, en parejas, con un computador de mesa, un kit de robótica y cumpliendo con los roles acordados en la ruta de trabajo. Durante esta misión se evidencian indicios que el trabajo en equipo es un aspecto importante en la motivación de los estudiantes y en sus resultados.



Figura 3. Desarrollo de actividades que involucran habilidades de diferentes estudiantes.
Fuente: Evidencias del autor.

Los estudiantes durante las misiones han demostrado autonomía en el trabajo mediante objetivos tales como: a) lograr un excelente funcionamiento del ensamble digital, b) obtener el funcionamiento óptimo del ensamble físico, para así quedar en el ranking y obtener los puntajes.

RESULTADOS

De acuerdo a la implementación del pre-test EAML se evidencia que la categoría con mayor puntaje es tarea-capacidad, obteniendo el 37%, queriendo decir que los estudiantes atribuyen sus resultados a su capacidad para asumir y cumplir con las tareas. De acuerdo a la implementación del cuestionario EMPA se evidencia que el 64% de la población está en una escala de satisfacción de clara motivación, el 29% de la población está en una escala más motivado que desmotivado, mientras que un 7% está en la escala de satisfacción de clara desmotivación. Durante el desarrollo de las ATE en 10 sesiones de 2 horas con cada grupo (8A - 8B) se ha percibido una disminución de la evitación a actividades de robótica escolar.

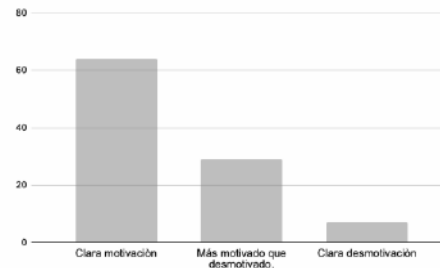


Figura 4. Escala de satisfacción - EMPA
Fuente: Datos del autor - Trabajo de investigación.

Durante el proceso de implementación se han evidenciado aspectos positivos que anteriormente en la población analizada no se evidenciaban; tales como el impacto de la ATE en el aula, debido a la acogida y permanente consulta para el desarrollo de las misiones. El cumplimiento y puntualidad con la entrega de las evidencias, teniendo como objetivo el pertenecer a los primeros puestos del ranking y aumentar sus puntajes. El interés, participación y disposición de los estudiantes en el desarrollo de las misiones, afirmaciones como “hasta que no me funcione, no salgo a descanso” son evidencia de las características de motivación de logro en las personas enunciadas por Gutiérrez [6] tales como la persistencia, el buscar sobresalir y cumplir los objetivos planteados. Por tales resultados, se evidencia la estrecha relación entre el diseño e implementación de la ATE con estrategias de gamificación y la motivación de los estudiantes.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

CONCLUSIONES

Los avances en la implementación de la propuesta de innovación evidencian que el diseño de la ATE contribuye en la consolidación del aprendizaje de los principios básicos de robótica, y que la integración de la estrategia de gamificación con los aspectos mencionados de motivación son satisfactorios y merecen ser mejor explorados. Otro aspecto para resaltar es que la robótica educativa continúa siendo un factor de motivación en el proceso de aprendizaje y las estrategias habituales con las que se ha enseñado hasta ahora, deben ser refinadas con estrategias didácticas innovadoras como la gamificación.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto surge por la necesidad de fortalecer la propuesta pedagógica innovadora Singularity, del Colegio La Enseñanza, Bogotá, agradezco la confianza de sus directivas en cabeza de la Rectora María Helena Peña Afanador (odn), estudiantes y padres de familia en el potencial de este estudio.

Igualmente agradezco a la Magíster en educación en tecnología Liliana Cadena Montenegro por el acompañamiento y asesorías durante este estudio.

REFERENCIAS

- [1] Reeve, J., & Sickenius, B. (1994). *Development and validation of a brief measure of the three psychological needs underlying intrinsic motivation: The AFS scales*. Educational and Psychological Measurement.
- [2] Soriano, M. M. (2001). *La motivación, pilar básico de todo tipo de esfuerzo*. Proyecto social: Revista de relaciones laborales.
- [3] Ministerio de Educación Nacional (MEN) y Asociación Colombiana de Facultades de Educación (ASCOFADE) (2008). *Guía 30. Ser competente en tecnología: ¿una necesidad para el desarrollo!*. Colombia.
- [4] Manassero, M. y Vásquez, A. (1998). *Validación de una escala de motivación de logro*. Psicothema.
- [5] Quevedo-Blasco, R., Quevedo-Blasco, V. J., & Téllez-Trani, M. (2016). *Cuestionario de evaluación motivacional del proceso de aprendizaje (EMPA)*. European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education.
- [6] Gutiérrez, I. G. (1991). *Motivación de logro, diferencias relacionadas con el género y rendimiento*. Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

La interacción, motivación y afectividad como aspectos dinamizadores en ambientes virtuales

Sonia Alexandra Pinzón Núñez
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
spinzon@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
rrodriguezg@udistrital.edu.co

Carlos Alberto Vanegas
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
cavanegas@udistrital.edu.co

RESUMEN

La educación virtual permite desarrollar los procesos de formación en ambientes donde la incorporación de la tecnología es un elemento fundamental que facilita la creación de escenarios en los cuales, el estudiante como protagonista de su proceso de formación adquiere no solo competencias de acuerdo a su perfil laboral sino, además, habilidades sociales que le permitirán desempeñarse como un profesional integral. Por lo anterior, las instituciones de educación superior que desarrollan sus programas bajo esta modalidad, deben garantizar por un lado la infraestructura para el acceso a las plataformas y contenidos, por otro lado, el diseño de las actividades de aprendizaje y las evaluaciones con amplios parámetros de calidad.

Como resultado de un análisis relacionado con la didáctica y la evaluación en los ambientes virtuales, en este documento se propone incorporar la interacción, la motivación y la afectividad como elementos dinamizadores dentro de las actividades de aprendizaje y las rúbricas de evaluación, para ello, se plantea como agregar algunas prácticas en la planeación y diseño de contenidos y evaluaciones, tomando como referencia la propuesta hecha en la Maestría de Gestión en Seguridad de Información de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

Virtual education allows the development of training processes in environments. The incorporation of technology is a fundamental element that facilitates the creation of scenarios in which the students are the protagonist of their training process. Students acquire not only skills according to their work profile but also, in social skills that will allow them to perform as integral professionals. Therefore, higher education institutions that develop their programs under this modality, must guarantee on one hand, the infrastructure of access to platforms and content. On the other hand, the design of learning activities and evaluations with broad quality parameters.

As the result of an analysis related to didactics and evaluation in virtual environments. This document proposes to incorporate interaction, motivation and affectivity as dynamic elements within the learning activities and evaluation rubrics. Therefore it is implemented how to add some practices in the planning and design of content and evaluations, taking as a reference the proposal made in the Master's Degree in Information Security Management at the "Universidad Distrital Francisco José de Caldas".

Categorías ACM

[General]: CCS Concepts. • Applied computing Education [Interactive learning environments].

Términos Generales

Tecnologías de la información y la comunicación TIC, Didáctica, Educación mediada por las TIC.

Palabras clave

Educación virtual, actividades de aprendizaje, didáctica, evaluación en ambientes virtuales, evaluación de ambientes virtuales.

Keywords

Virtual education, Learning activities, Didactic, Evaluation in virtual environments, Evaluation of virtual environments..



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo actual las redes académicas y de estudiantes centrados en el proceso de aprendizaje y en el trabajo colegiado, han permeado tanto que los modelos educativos y paradigmas tradicionales han cambiado, así como, el uso de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) ha permitido apoyar y fortalecer procesos de aprendizaje que han generado de manera significativa ambientes interactivos, sincrónicos y asincrónicos [16]. En este contexto, el docente se encuentra comprometido con el aprendizaje de sus alumnos y cumple un papel como tutor virtual y facilitador [7].

Como cualquier ambiente de aprendizaje, un AVA se conforma de los siguientes elementos [1]:

- Usuarios. Referido a QUIÉN va a aprender a través del proceso de enseñanza-aprendizaje, y son los actores principales del proceso, los cuales desarrollan competencias y habilidades.
- Currícula. Es el QUÉ se va a aprender. Son los contenidos, el sustento, los programas de estudio curriculares y cursos de formación.
- Especialistas. Aquí está el CÓMO se va a aprender. Son los encargados de diseñar, desarrollar y materializar todos los contenidos educativos que se utilizarán en el AVA

En este ámbito es de gran importancia desarrollar escenarios que permitan al estudiante realizar su proceso de aprendizaje de una manera más flexible, motivadora y asertiva. Ya que el objetivo de la enseñanza no es solo la transferencia de conocimiento, sino, tratar de crear habilidades para que los estudiantes puedan desarrollar su perfil profesional, pero, también crear competencias sociales, lo que permite definir un egresado integral.

Por lo cual, mediante este trabajo se pretende describir la importancia a tener en cuenta sobre aspectos que pueden complementar la didáctica de los ambientes de aprendizaje enfocando en dos componentes específicos, las actividades de aprendizaje y las rúbricas de evaluación.

1. DIDÁCTICA EN AMBIENTES DE APRENDIZAJE VIRTUALES

Etimológicamente el vocablo didáctico se deriva del griego *didaskhein* que significa enseñar; haciendo el análisis gramatical se puede considerar que la didáctica hace referencia a la manera adecuada de instruir. En enseñanza- aprendizaje interviene con el fin de conseguir una formación intelectual del educando y se ocupa del estudio de las relaciones entre profesor - estudiante en un contexto e involucra la comprensión, la instrucción y el sistema de comunicación estos aspectos se visualizan en la Figura 1.



Figura 1. La didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Fuente: elaboración propia.

En los espacios virtuales de enseñanza y aprendizaje, la mediación adquiere una particular importancia en virtud de que la relación entre el docente, el sujeto que conoce y el contenido disciplinar está mediada por las tecnologías. En tal sentido, se asume un enfoque de la didáctica que considera la intervención docente como mediadora entre el sujeto que construye y el objeto de conocimiento [1].

La didáctica planificada y diseñada con elementos dinamizadores es un factor relevante en la educación mediada a través de ambientes virtuales de aprendizaje, herramientas digitales y buenas prácticas en el desarrollo de las actividades de aprendizaje y evaluación [4].

El proceso de mediación debe iniciar con un diagnóstico del contexto en el cual se llevan a cabo, la toma de decisiones, el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje y la evaluación de los resultados de la práctica pedagógica con el objeto de potenciar y/o reconducir, si es el caso [1].

2. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Según (Penzo, 2010), “las actividades de aprendizaje son recursos para conseguir el aprendizaje y no sólo medios para comprobarlo”. Por otra parte, de acuerdo con lo mencionado por (Cañas, 2010), En los ambientes virtuales, mediante el desarrollo de actividades de aprendizaje asociadas no sólo al conocimiento en sí, sino, con cosas prácticas, con las personas y con las representaciones mentales el estudiante “...debe tener la oportunidad de concluir ideas partiendo de premisas conocidas para llegar a conceptos desconocidos, tomando como referente las experiencias del docente y las de los compañeros, quienes irán posibilitando la ruta de aprehensión del conocimiento...”.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Lo anterior implica que debe realizarse un proceso de planificación, diseño y elaboración de las actividades de aprendizaje para lograr dichos objetivos.

La Universidad Distrital F.J.D.C ha definido el plan estratégico de incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la unidad Planestic-UD [12], la cual ha diseñado una serie de herramientas, metodologías y parámetros para los programas virtuales. Entre estos, se encuentra el diseño de las actividades de aprendizaje tanto sincrónicas como asincrónicas para programas virtuales. En la Figura 2, se presenta un ejemplo del formato con el cual se diseñan algunas actividades de aprendizaje para un programa virtual. En este formato se pueden identificar actividades que permiten al estudiante realizar una revisión previa de contenidos, utilizar medios de interacción para debatir y exponer sus ideas y desarrollar actividades de práctica para corroborar lo aprendido.

Temática		Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Temática / Concepto a trabajar.		Roles arquitecto	Componentes de la arquitectura empresarial	Escenarios de negocio	Framework de AE
Objetivo / Propósito de formación.		Reconocer los roles que puede jugar el arquitecto de AE	Comprender la estructura de la arquitectura empresarial	Construir un escenario de negocio para una empresa real o virtual	Identificar y comparar los frameworks más reconocidos de la industria de IT
Enunciado de la actividad.		(AA)	(AA)	(AA)	(AA)
Descripción de la Actividad a realizar.		Foro de discusión Propiciar un espacio de discusión de los estudiantes frente a los roles del arquitecto.	Foro de discusión Propiciar un espacio de discusión de los estudiantes frente a la arquitectura empresarial y sus componentes	Caso estudio Propiciar el desarrollo de un caso de negocio sobre una empresa real o virtual	Mapa conceptual Realizar de forma colaborativa un mapa conceptual sobre los frameworks de AE.
Material / recursos de apoyo	Gráfico	N/A	N/A	N/A	N/A
	Textual	N/A	Lectura de referencia	Documento con las especificaciones y alcance del caso estudio	N/A
	Audiovisual	Vídeo sobre Roles del arquitecto	Vídeo sobre los componentes de AE	N/A	Vídeo sobre los Frameworks de AE
	Técnico (software)	N/A	N/A	N/A	N/A
	Otros	N/A	N/A	N/A	Enlace para encontrar las herramientas "Real" que se pueden utilizar
Herramienta complementaria a la actividad (foro, wiki, chat, videoconferencia, cuestionario, otra)		Retroalimentación del profesor en respuesta a los aportes de los estudiantes	Retroalimentación del profesor en respuesta a los aportes de los estudiantes	Videoconferencia por Zoom u otra herramienta, para apreciar avances y hacer retroalimentación	Foro de socialización de mapas conceptuales

Figura 2. Formato para el diseño de actividades de aprendizaje. [12]

3. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

A partir de la evolución de los métodos y herramientas usados para la evaluación en los procesos de aprendizaje, entiendo como uno de los aspectos relevantes dentro de la didáctica del docente cuyo actor central es el estudiante [8]. Las rúbricas de evaluación también evolucionan: los exámenes en grupo y desarrollados de forma colaborativa, la autoevaluación y la coevaluación, son herramientas que permiten conocer falencias y poderlas superar.

Las rúbricas son útiles como instrumento de aprendizaje entre los estudiantes ya que permiten evaluar su trabajo y el de los demás. "La rúbrica siempre tiene que ser entregada al estudiante antes de comenzar el proyecto o tarea y tiene que tener dos elementos: una columna vertical que contemple los criterios de evaluación de dicho proyecto o tarea. Y una columna horizontal con los grados de calidad de esos criterios, qué sería lo insuficiente, lo mediocre y lo mejor de los mismos" [15].

Respecto al diseño de las rúbricas para los programas virtuales de la Universidad, el enfoque se ha dado incluye la descripción de los elementos relacionados con el saber, saber hacer y saber actuar, sobre los cuales se pueden definir los criterios de evaluación y al mismo tiempo el estudiante podrá identificar su nivel de desempeño de acuerdo a su trabajo o actividad realizada. En la Figura 3. Se presenta el formato de rúbrica que integra los elementos ya descritos.

		NIVEL DE DESEMPEÑO			
		Excelente (5,0 - 4,5)	Buena (4,4 - 4,0)	Aceptable (3,9 - 3,0)	Insuficiente (2,9 - 2,0)
CRITERIO DE VALORACIÓN	Asignatura				
	Criterio de valoración				
	Saber:				
	Saber hacer:				
Saber actuar:					

Figura 3. Formato Rúbrica [11].

4. PROPUESTA

El proceso de enseñanza – aprendizaje en entornos virtuales debe involucrar buenas prácticas en la planificación, diseño e implementación curricular, dentro de las actividades virtuales, con el objeto de agregar dinamismo a la didáctica del docente. [4]. Adicional a la incorporación de las TIC como medio conector para facilitar la comunicación, la interacción y la transposición del conocimiento del docente a un conocimiento didáctico para que el estudiante logre una mayor comprensión, y por otra parte, el desarrollo de actividades que propicien el desarrollo de habilidades blandas [5] que dé como resultado un perfil profesional integral, se convierten en un factor importante que debe ser tratado en este tipo de ambientes educativos.

Por lo tanto, se propone integrar al desarrollo de las actividades o eventos formativos, los siguientes aspectos: interacción, motivación y afectividad, con el objeto de dinamizar las actividades de aprendizaje y las rúbricas de evaluación. En la Figura 4 se presentan estos aspectos relacionándolos con conceptos habituales dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje. Inicialmente entendiendo la interacción como la capacidad de crear vínculos a partir de las relaciones entre los actores que intervienen en el proceso formativo [13]. Luego la motivación asociada a la didáctica y evaluación dentro del diseño de las actividades de aprendizaje, las rúbricas de evaluación y finalmente la afectividad como el aspecto que permite potencializar las habilidades no solo las que se refieren al perfil profesional sino, a aquellas que desarrollan habilidades de comunicación, liderazgo, proactividad e inclusión.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 4. Aspectos dinamizadores en ambientes virtuales.
Fuente: elaboración propia.

Aspectos Dinamizadores en los ambientes educativos

A partir de la teoría expuesta en los ítems anteriores, se describe como los aspectos dinamizadores se incluyen dentro del proceso formativo desde los siguientes puntos:

Interacción: enfocada hacia las relaciones que establece el triángulo didáctico [6], tales como: contenido-docente; docente-estudiante, estudiante – contenido. De acuerdo al trabajo adelantado para esta propuesta, se identifica la existencia de una nueva relación de interacción que surge de las acciones o actividades de trabajo colaborativo entre los estudiantes de un curso en donde se pueden generar consensos y aclarar inquietudes. Se propone como una relación nombrada interacción estudiante- estudiante que se puede visualizar como una iteración dentro del vértice estudiantes del triángulo didáctico, como se muestra en la Figura 5. En este aspecto pretende potencializar el proceso de comunicación para crear acciones comunicativas entre los actores que permitan la construcción o apropiación del conocimiento.



Figura 5. Interacción estudiante –estudiante en Triángulo didáctico. Fuente: elaboración propia.

Motivación: es un aspecto relacionado con las emociones que se generan en el estudiante o grupos de estudiantes como resultado de realizar una o varias actividades que pueden estar asociadas con la modalidad de un recurso (síncrono o asíncrono), dentro del proceso formativo que debe incluir acciones donde el estudiante pueda llevar los conceptos aprendidos a situaciones reales, exponer sus ideas y definir sus propios criterios [14].

Se propone incorporar este aspecto en el diseño del material didáctico (videos y recursos que incluyan las fases de planificación, diseño y desarrollo) y en las actividades de aprendizaje que estimulen la participación con el fin de motivar el interés del estudiante hacia la temática a desarrollar [11]. Adicionalmente en las rúbricas a través de los criterios de evaluación, para que el estudiante identifique los objetivos de aprendizaje en cada actividad, de esta forma, el estudiante podrá establecer sus propias estrategias de trabajo de acuerdo a sus capacidades y garantizar un mayor desempeño.

Afectividad: es un aspecto esencial, ya que permite trascender desde el aprendizaje académico donde se desarrollan competencias intelectuales hacia el fortalecimiento de competencias sociales y emocionales para obtener como resultado una formación integral.

Se propone incluir este aspecto en el currículo aplicando las buenas prácticas propuestas por (Bravo, 2018). Inicialmente, dentro de los procesos evaluativos tanto en el diseño de las rúbricas como en la retroalimentación, facilitando en los estudiantes la autogestión, la responsabilidad y adicionalmente, en las actividades de aprendizaje, para diseñar tareas que propicien el aprendizaje colaborativo ayudando a desarrollar otras habilidades como el liderazgo y el trabajo en equipo y la colaboración, elementos fundamentales para crear afectividad [8].

Aspectos Dinamizadores en las Rúbricas

Para incluir los aspectos dinamizadores en las rúbricas de evaluación se debe tener en cuenta algunos elementos que aparecen en la Figura 6 y se describen a continuación.



Figura 6. Incorporación de los aspectos dinamizadores en las Rúbricas. Fuente: elaboración propia.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Interacción: Retroalimentación de las entregas a partir de observaciones que incluyan los aspectos positivos o las mejoras que pueden realizarse, de esta forma podrá guiarse y estimular al estudiante para lograr los objetivos de aprendizaje.

Los criterios de evaluación deben promover actividades participativas, donde el estudiante pueda generar aportes de manera individual o colaborativa [11].

Motivación: se debe generar a través de una buena planificación y diseño tanto de los criterios de valoración como de los niveles de desempeño que se plasman en las rúbricas. Se pueden incluir algunos aspectos donde el estudiante pueda mejorar su desempeño con actividades complementarias para reforzar los resultados de aprendizaje.

Afectividad: Énfasis en el progreso del estudiante y dominio del tema. Establecer claramente dentro de los criterios de evaluación de las rúbricas los tiempos, exigencias y consecuencias de las evaluaciones. Incluir pruebas en las que a partir de los resultados el estudiante pueda retomar las evaluaciones anteriores para mejorar el desempeño, además, incluir criterios donde el estudiante pueda seleccionar el tipo de actividad a desarrollar para lograr un buen nivel de desempeño.

Aspectos Dinamizadores en Actividades de Aprendizaje

En cuanto a los elementos propuestos para agregar los aspectos dinamizadores en las actividades de aprendizaje, estos se relacionan en la Figura 7.



Figura 7. Incorporación de los aspectos dinamizadores en las Actividades de Aprendizaje. Fuente: elaboración propia.

Es importante tener en cuenta que una buena planificación y diseño de las actividades de aprendizaje para que estén alineadas a objetivos de aprendizaje potencializan el proceso de formación. A continuación, se proponen los elementos que deben incluirse.

Interacción: Incluir actividades que contengan participación del estudiante en: *Foros* para solucionar inquietudes, abrir el debate o

discusión y exponer sus ideas y aportes), *Chat* para mantener una comunicación efectiva dar respuesta a procesos o acciones que requieran solución rápida, *Videoconferencia* para crear el espacio de interacción con el docente y participación sincrónica [11], *Trabajo colaborativo* para permitir al estudiante un espacio de interacción con sus partners para el intercambio de información y solución de inquietudes generales.

Motivación: Diseñar contenidos y recursos que permitan simular situaciones reales enfocados a la solución de problemas y alineados a los objetivos de aprendizaje y el desempeño del estudiante. Recursos de apoyo, diseñar actividades alternativas que el estudiante pueda escoger de acuerdo a sus habilidades para lograr los mismos resultados de aprendizaje. Incluir actividades que permitan ir mejorando el nivel de desempeño (actividades sumativas).

Afectividad: Definir actividades de aprendizaje de trabajo colaborativo (ejemplo: mapas conceptuales o documentos colaborativos) que promuevan el desarrollo de competencias interpersonales, Plantear casos de estudio para que los estudiantes puedan tomar decisiones y participar activamente, Crear espacios de Discusión y variar las actividades en las sesiones sincrónicas generar protagonismo en los estudiantes.

5. RESULTADOS

La propuesta planteada en este documento ha sido incorporada en el diseño del programa virtual de Maestría en Gestión y Seguridad de la Información de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que actualmente se encuentra en proceso de registro.

Adicionalmente, como resultado de las disposiciones emitidas por las directivas de la Universidad como respuesta a la pandemia generada por el COVID-19, en relación a garantizar las actividades académicas mediadas por TIC, se han ido incorporando a las clases estos aspectos, con lo cual se pretende realizar un estudio sobre el impacto de la propuesta en este tipo de metodología.

6. CONCLUSIONES

- Articular la didáctica en las actividades de aprendizaje y la evaluación en ambientes virtuales a través de los aspectos dinamizadores facilitan el desarrollo de competencias y resultados de aprendizaje.
- Las rúbricas de evaluación benefician tanto a docentes facilitando una herramienta para identificar habilidades adquiridas por los estudiantes y a los estudiantes para definir sus estrategias de trabajo en relación a sus niveles de desempeño.
- Las actividades de aprendizaje que incorporan la motivación, la afectividad y la interacción permiten complementar el proceso de formación integral.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

7. REFERENCIAS

- [1] Amaro de Chacín, R. (2011). La planificación didáctica y el diseño instruccional en ambientes virtuales Investigación y Postgrado, vol. 26, núm. Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela. (21/04/2021). Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/658/65830335002.pdf>
- [2] Bravo-Osorio, F., León, O., Molano, G., Rocha, R., Reis, M. & Centeno, B. (2018). Fundamento Conceptual Afectividad. (16/04/2021). Obtenido de : <https://acacia.red/wp-content/uploads/2019/07/Fundamento-Conceptual-Afectividad.pdf>
- [3] Cañas, F. A. C. (2010). Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo en torno a las actividades de aprendizaje. Reflexiones teológicas, (6), 167-195. (14/09/2021). Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3709190>
- [4] Durán, R., Estay-Niculcar, C., Álvarez, H. (2015). Adopción de buenas prácticas en la educación virtual en la educación superior. Revista Aula. Pág. 77-86. (17/06/2021). Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0210277315000037>
- [5] Garzón Rodríguez Yaqueline, Wanumen Silva Luis Felipe, Pinzón Nuñez Sonia Alexandra. “Fortalecimiento de las habilidades blandas mediante ambientes de aprendizaje virtuales”. Octavo Congreso Internacional de Computación (CICOM 2018). Taxco-Mexico (2018).p.401-408. ISSN 2462-9588. (21/04/2021). Obtenido de: http://cicom.uagro.mx/2018/?page_id=54
- [6] Gómez, J. E. (2016). Las TIC como puente cognitivo en el triángulo didáctico. miradas, 1(14). (20/08/2021). Obtenido de: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/miradas/article/view/15581>
- [7] López Rayón, Parra y otros. (s/f). “Ambientes virtuales de aprendizaje”. México, Secretaría de Apoyo Académico. Dirección de Tecnología Educativa. Instituto Politécnico Nacional-IPN. (21/04/2021). Obtenido de: www.comunidades.ipn.mx/.../168ambientes%20virtuales%20de%20aprendizaje [18 de diciembre de 2009]
- [8] Martínez-Barragán, N. D. (2018). Evaluación en ambientes mediados por las TIC influencia de las rúbricas en el rendimiento académico en educación superior. (21/04/2021). Obtenido de:
- [9] Osorio, F. B., Corredor, O. L. L., Carrasco, R. A. C., & UPN, G. A. N. 4. Metodología de Diseño de Ambientes de Aprendizaje Accesibles que fomentan la Afectividad. (16/07/2021). Obtenido de: https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/pr oduccion/metodologia_de_diseno_de_ambientes_de_aprendi zaje_accesibles_que_fomentan_la_afectividad.pdf
- [10] Penzo, W., Fernández, V., García González, I., Gros Salvat, B., Roca, M., Vallés Segalés, A., & Vendrell i Gómez, P. (2010). Guía para la elaboración de las actividades de aprendizaje. (20/08/2021). Obtenido de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/144985/1/15cuaderno.pdf>
- [11] Pinzón Nuñez, S., Vanegas, C., Rodríguez Guerrero, R., Estrategia Didáctica en ambientes educativos mediados por las TIC". México.2021 Memorias X Congreso Internacional De Computación México-Colombia CICOM 2020. ISSN: 2462-9588 p.68 - v.1. (20/04/2021). Obtenido de http://www.cicom2020.uagro.mx/?page_id=915
- [12] Planestic-UD. Sitio web. <https://planestic.udistrital.edu.co/>
- [13] Planestic- UD. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Curso Dinamización de Espacios de Aprendizaje. 2020.
- [14] Reyes, N. (2015). Motivación del estudiante y los entornos virtuales de aprendizaje. (20/08/2021). Obtenido de: <https://repositorial.cuaieed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/3812>
- [15] Román, L. (2019). Evaluar con rúbricas: qué son, cómo aplicarlas y cuáles son sus beneficios. Educación 3.0. (14/09/2021). Obtenido de: <https://www.educacionrespuntocero.com/noticias/evaluar-con-rubricas/>
- [16] Wanumen F., Garzón Y., Pinzón S “Hacia El Establecimiento De Características Relevantes De Un Modelo Para El Diseño De Ambientes Virtuales De Aprendizaje”. p: 633-643. Séptimo Congreso Internacional de Computación Bogotá-Colombia (CICOM 2017). Bogotá, Colombia. (2017)". (21/04/2021). Obtenido de: <https://comunidad.udistrital.edu.co/cicom2017/files/2018/04/MEMORIASCICOM2017-1.pdf>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) para la formación de docentes consejeros de educación superior

Alba Catherine Alves Noreña
Universidad Militar Nueva Granada
y Universidad de Salamanca
KM 2 via Zipa Cundinamarca
571-3203453164
alba.alves@unimilitar.edu.co

María José Rodríguez Conde
Universidad de Salamanca
Facultad de Educación - Campus
Canalejas
34-923294634
mjrconde@usal.es

Juan Pablo Hernández R.
Universidad de Salamanca
Facultad de Educación - Campus
Canalejas
34-923294500 ext. 6654
juanpablo@usal.es

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo diseñar e implementar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) sustentable en una estrategia TIC para la formación de docentes consejeros de educación superior, a partir de la identificación del problema se construyó un instrumento diagnóstico para la comprobación del mismo, dicho instrumento fue validado para garantizar el rigor técnico, ético y metodológico de la investigación, los datos fueron tratados y analizados estadísticamente; en una segunda etapa de la investigación se consolidó la muestra participante obedeciendo a criterios no probabilísticos, es decir “la selección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra” [4]. Paralelo a esto se diseñó el OVA en dos etapas, 1. diseño instruccional y 2. diseño de contenido, en ambas etapas de diseño se realizaron las validaciones de constructo tomando como referente metodológico principal, el proceso indicado por Escobar, J y Cuervo, M (2008) [2], quienes definen en un esquema cuatro categorías, a saber: claridad, coherencia, relevancia y suficiencia; actualmente el proceso de formación de docentes consejeros DOCO se realiza en una plataforma tecnológica, social y educativa de acceso libre y es adelantado por 41 docentes consejeros de educación superior, en una etapa posterior de la investigación se medirá el impacto de la formación de los docentes consejeros en la población estudiantil.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

The objective of the study is to design and implement a Virtual Learning Object (OVA) sustainable in an ICT strategy for the training of higher education counselor teachers, from the identification of the problem, a diagnostic instrument was built to verify it, that instrument was validated to guarantee the technical, ethical and methodological rigor of the research, the data were treated and statistically analyzed; In a second stage of the research, the participating sample was consolidated, following non-probabilistic criteria, that is, “the selection of the elements does not depend on probability, but on causes related to the characteristics of the research or who makes the sample.” [4]. Parallel to this, the OVA was designed in two stages, 1. instructional design and 2. content design, in both design stages the construct validations were carried out taking as the main methodological reference, the process indicated by Escobar, J and Cuervo, M (2008) [2], who define four categories in a scheme, namely: clarity, coherence, relevance and sufficiency; Currently, the DOCO counseling teacher training process is carried out on a free access technological, social and educational platform and is carried out by 41 higher education counseling teachers, in a later stage of the research the impact of teacher training will be measured counselors in the student population.

Categorías y Descriptores Temáticos

CCS Social and professional topics: Professional topics, Computing education, Informal education

Términos Generales

OVA, Educación, Docente consejero

Palabras clave

OVA, Educación Superior, Consejería estudiantil, Docente consejero

Keywords

OVA, Higher Education, Student Counseling, Counselor Teacher



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo y aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) incide de forma especial y directa en los procesos de formación y educación de las generaciones futuras, en concordancia con esto, se tiene que la formación en educación superior implica además de la responsabilidad de impartir el conocimiento técnico a los estudiantes en las diferentes profesiones, continuar en la consolidación de aquellas herramientas, que contribuyan a que ésta sea integral requiriendo así, fortalecer espacios de bienestar integral y en especial la consejería universitaria, la cual además de cumplir un papel de apoyo hacia los estudiantes y sus diversas problemáticas dentro y fuera de la universidad; contribuye de forma significativa a disminuir la mortalidad y deserción estudiantil que en muchas circunstancias se dan por la poca adaptabilidad del estudiante al medio universitario; aspectos que deben ser afrontados de forma directa por las instancias universitarias, quienes tienen la responsabilidad de liderar y promover procesos que propendan su fortalecimiento

Dentro del ámbito universitario la consejería no ha sido vista con la rigurosidad que la misma requiere, debido a que se ha consolidado como una extensión de la actividad docente, reflejada en algunas horas de servicio asignadas a esta actividad, si bien con esto las instituciones educativas buscan ofrecer una respuesta positiva a las demandas de la consejería, no se logran del todo los resultados deseados, debido a que los docentes no cuentan con los conocimientos pertinentes para ejercer esta labor.

Planteamientos que permiten establecer la necesidad de desarrollar procesos de formación que afiancen en los docentes consejeros los conocimientos y habilidades para ofrecer una guía acertada a aquellos estudiantes que requieren de su apoyo. Lo anterior, teniendo en cuenta que un número significativo de jóvenes ingresa a las instituciones “de educación superior entre los quince y diecisiete años, edades en las que pasan por momentos críticos dentro del proceso de adaptación a la vida universitaria; son estas instituciones las que deben crear estrategias y programas para facilitar este tránsito” [1]. En este sentido, la consejería universitaria debe ser vista con la importancia que la misma encierra y no simplemente como una actividad normativa de obligatorio cumplimiento para las instituciones educativas.

Por lo anteriormente expuesto, se infiere en que uno de los aspectos importantes de la investigación desarrollada es el poder apoyar la gestión del docente consejero de educación superior a través de las bondades e innovaciones que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación TIC por medio de los objetos virtuales de aprendizaje. De este modo, las TIC se han dado a conocer como: “el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas – hardware y software –, soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información” [13]

En este sentido, la tecnología está dirigiendo la dinámica en el desarrollo social en cuyo caso la educación no es ajena a esta, en consecuencia; los métodos de enseñanza y aprendizaje se han visto obligados a cambiar, tendencia que afecta de manera directa la

práctica educativa. Por consiguiente, los procesos educativos, tanto en lo administrativo como en lo curricular y en general en las aristas de la gestión educativa, han sido llevados a la red, facilitando el acceso a modelos de aprendizaje abiertos y de mayor disponibilidad. Esta es quizás la forma como se puede contribuir a que los docentes de educación superior afiancen sus conocimientos en consejería y así, poder brindar el apoyo deseado a los estudiantes mejorando los resultados en tema de deserción y calidad de la educación.

OBJETIVOS

El estudio planteó como objetivo principal diseñar e implementar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) sustentable en una estrategia TIC para la formación de docentes consejeros de educación superior, este objetivo guió el desarrollo de la investigación en busca de poder apoyar la gestión de los docentes que desarrollan la actividad de consejería universitaria en las instituciones de educación superior a través de las bondades e innovaciones que ofrecen las herramientas digitales a través de una mayor disponibilidad de plataformas educativas abiertas que convergen la integración de materiales audiovisuales y multimedia cada vez más integrados y modernos.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El presente estudio utilizó un enfoque de tipo mixto o híbrido el cual representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio [5]

El diseño metodológico de la investigación referido al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema [5] se centró en un estudio de tipo experimental en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador [3]

En tal sentido se realizó en un primer momento el diagnóstico con docentes consejeros para comprobar la complejidad del problema, conocer su percepción, necesidades a nivel técnico, de competencia y de habilidad para desarrollar la actividad; posterior al diagnóstico, y luego de estructurar y validar el objeto virtual de aprendizaje a nivel conceptual, técnico de pertinencia y aplicabilidad, se desarrolló el proceso de formación virtual del mismo grupo de docentes, para posterior retroalimentación del proceso.

Los instrumentos utilizados para la etapa de diagnóstico del problema, estructura conceptual y técnica del OVA y evaluación final del OVA, fueron construidos por el investigador y validados



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

siguiendo metodologías estructuradas y análisis estadísticos, garantizando la rigurosidad ética y metodológica de la investigación.

Ampliando lo anterior, se indica que las validaciones de instrumentos se realizaron a nivel técnico, operativo y conceptual con el fin de verificar que los ítems de los instrumentos de medición fueran relevantes y representativos del constructo para el propósito evaluativo particular” [2].

Para realizar la validez de contenido de los instrumentos diseñados para el estudio, se tomó como referente metodológico principal, el proceso indicado por Escobar, [2].

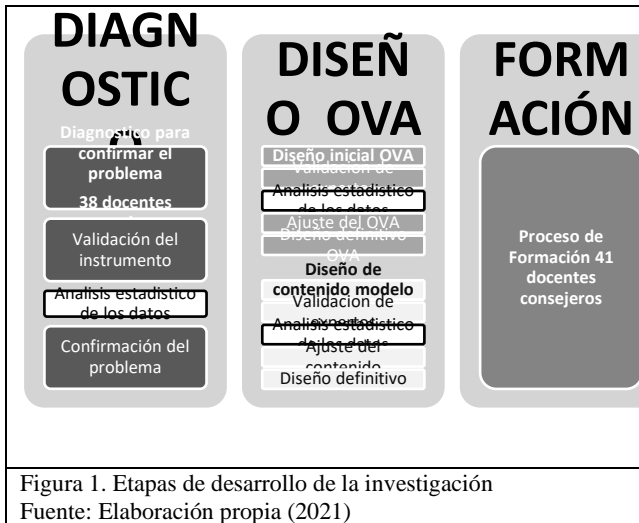


Figura 1. Etapas de desarrollo de la investigación
Fuente: Elaboración propia (2021)

RESULTADOS

Propuesta de estrategia TIC

El OVA se estructuró a partir de la propuesta de formación del Ministerio de Educación Nacional Colombiano – MEN –, en la cual busca que los docentes del país puedan formarse para el uso y la apropiación de los Objetos de Aprendizaje e Informativos del Banco Nacional y para el diseño, evaluación y publicación de nuevos Objetos.

La importancia de la utilización de la metodología propuesta por el MEN subyace del estudio, análisis y vinculación que sobre las evoluciones trascendentales a través del tiempo, la comunidad académica ha realizado con respecto a los objetos de aprendizaje; iniciando desde los recursos digitales y su progreso hacia la interoperabilidad, el surgimiento hacia las iniciativas de descripción de objetos y los estándares de metadatos, hasta llegar a lo que hoy en día prevalece en cuanto a estándares resaltando el valor pedagógico del objeto, ya sea con o sin los componentes técnicos y cuyo valor de la metodología MEN se integra en la disponibilidad de los siguientes componentes:

- **Objetivos:** Expresan de manera explícita lo que el estudiante va a aprender

- **Contenidos:** Tipos de conocimiento y sus múltiples formas de representarlos, pueden ser: Definiciones, explicaciones, artículos, vídeos, entrevistas, lecturas, opiniones, incluyendo enlaces a otros objetos, fuentes, referencias, etc.
- **Actividades de aprendizaje:** Guían al estudiante para alcanzar los objetivos propuestos
- **Elementos de contextualización:** Permiten reutilizar el objeto en otros escenarios, como por ejemplo los textos de introducción, el tipo de licenciamiento y los créditos del objeto
- **Evaluación:** Herramienta que permite verificar el aprendizaje logrado. Están en concordancia con los objetivos propuestos y por el tipo de contenido presentado.

Se toma entonces la definición de Objeto Virtual de Aprendizaje dada por el MEN con el apoyo de expertos de varias Instituciones de Educación Superior en la cual se propone que un OVA es: “Un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: Contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación” [6]. A partir de esta definición se propone el OVA como apoyo de la gestión del docente consejero como estrategia TIC, cumpliendo con las características y componentes propuestos por el MEN.

La propuesta de OVA para el apoyo de la gestión del docente consejero se desarrolló bajo el esquema de trabajo interdisciplinario en el cual el “docente de las temáticas de formación específicas se centra fundamentalmente en su rol como experto temático, mientras un equipo de profesionales de diversas áreas le brinda apoyo pedagógico y tecnológico en la integración de las TIC a la educación” [6].

La idea de estos modelos es aprovechar de manera óptima, los recursos disponibles y apoyarse en la multiplicidad de saberes de diferentes disciplinas, para que, a través del trabajo colaborativo y el uso especializado del conocimiento, no sea necesario “capacitar a todo el mundo en todo”; o en otras palabras, invertir recursos y esfuerzo excesivo en formar a los docentes como diseñadores de objetos, cuando estos podrían dedicarse a ser expertos temáticos dentro de dichos proyectos” [6].

El papel asumido por el investigador para el desarrollo de la estrategia TIC es el de diseñador instruccional o coordinador general, siendo la persona encargada de la dirección y la planeación del Objeto de Aprendizaje, al igual que del seguimiento y la evaluación del proyecto.

De manera adicional, el papel del diseñador instruccional o coordinador es la persona encargada de organizar al equipo de trabajo, de organizar las condiciones físicas y pedagógicas para el desarrollo; además de establecer las relaciones con los expertos de contenidos y los comités académico y técnico.

En la investigación también se diseñó el programa de formación de docentes consejeros denominado DOCO, siguiendo la metodología de diseño instruccional ADIE, “El diseño instruccional es el proceso sistémico, planificado y estructurado que se debe llevar a



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

CONCLUSIONES

cabos para producir materiales educativos eficaces y efectivos, utilizando tecnología, cuyo fin es desarrollar en el estudiante las competencias suficientes para el aprendizaje” (Ministerio de Educación Nacional [6]. El modelo ADIE integra las etapas de: Análisis de necesidades, Definición de objetivos, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación.

Plataforma DOCO:

La plataforma en la cual se estructuró el OVA programa formativo de docentes consejeros, es una plataforma tecnológica, social y educativa que permite la comunicación entre docentes y estudiantes en un entorno cerrado y privado a modo de microblogging, esta plataforma es de uso fácil, seguro, interactivo, versátil, y gratuito; para acceder a la plataforma el usuario debe crear una cuenta, registrarse e identificarse según el rol asignado (estudiante-docente); la plataforma no exige instalación ni configuración local en el equipo ya que todo está basado en una aplicación en la red.

La herramienta permite:

- Comunicación sincrónica y asincrónica
- Flexibilidad de horarios
- Aprendizaje colaborativo
- Construcción del conocimiento constante, dinámica y compartida
- Roles activos de docentes y alumnos
- Desarrollo de habilidades interpersonales: Comunicación clara, apoyo mutuo, resolución constructiva de conflicto.
- La estructura de la plataforma integra espacio para foros, calendario, búsqueda, mensajes y notificaciones

A continuación, se presenta el esquema gráfico general de la plataforma DOCO con lo cual se muestra la estructura operativa y aspectos de diseño didácticos y amigables para el usuario.



Figura 2. Vista general plataforma DOCO

Fuente: Elaboración propia (2021)

Proponer una estrategia TIC como apoyo a la gestión del docente consejero se logró, gracias a los hallazgos y ratificación del problema a través del diagnóstico inicial, en lo cual se evidenció la necesidad de contar con una herramienta TIC que le diera a los docentes la oportunidad de formarse como docentes consejeros, posicionando a la consejería estudiantil de manera articulada con lo establecido en las normas nacionales y las propias de las IES. De igual manera, el objeto virtual de aprendizaje (OVA) como herramienta digital para la formación de docentes consejeros de educación superior fue más allá de la simple transmisión de información y permitió que los estudiantes tomaran su propio control sobre el aprendizaje, posibilitando nuevos saberes significativos en función de las tareas y actividades propuestas.

Las contribuciones actuales se relacionan con el análisis e interpretación del estudio diagnóstico a través de un estudio multivariante, con lo cual se están mejorando los servicios centralizados de consejería estudiantil de las instituciones de educación superior, se espera que con el programa de formación de docentes consejeros a través de una herramienta digital, estos puedan fortalecer sus habilidades en la consejería y ejercer su labor de una manera más competitiva, práctica y proactiva que redunde en beneficio de los procesos de desarrollo académico y educativo de los estudiantes universitarios. El estudio puede ser replicado en otras instituciones de educación superior bien sea a nivel nacional o internacionalmente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren dar un especial agradecimiento y reconocimiento a los especialistas y doctores vinculados al Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca, que con su tiempo y gentileza aportaron sus opiniones al estudio.

REFERENCIAS

- [1] Contreras, A. Riaño, P. (2008). El papel de la consejería en la formación integral. Hallazgos- Investigaciones autofinanciadas (9), 155-166.
- [2] Escobar, J. Cuervo, M. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. Avances en medición (6), 27 -36.
- [3] Fleiss, J.L. Levin, B. Paik, M.C. (2013) Statistical Methods for Rates and Proportions. John Wiley & Sons, Hoboken.
- [4] Hernández S. Fernández C. Baptista L. (2010). Metodología de la Investigación (5 ed.). México: Mc Graw Hill.
- [5] Hernández S. Mendoza C. (2016) Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, México, 675- 697
- [6] Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2006). ¿Qué es un objeto de aprendizaje? Obtenido de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.html>.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [7] Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (09 de diciembre de 2015a). Gestión Educativa. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-propertyvalue-48473.html>
- [8] Ministerio de Educación Nacional. (20 de julio de 2009). ¿Qué es la educación superior? Obtenido de www.mineducacion.gov.co: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-196477.html>
- [9] Ministerio de Educación Nacional. (2009). Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Bogotá, D.C.: Ministerio de Educación Nacional.
- [10] de Educación Nacional. (2013a). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente. Bogotá, D.C: Min Educación.
- [11] Ministerio de Educación Nacional. (2013b). Evaluación de competencias docente de básica secundaria y media - educación ética y en valores. Colombia: MEN.
- [12] Ministerio de Educación Nacional. (2015). Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior, propuesta por el Ministerio de Educación. Bogotá, D.C: Min Educación.
- [13] Tello, I. (2009). Formación a través de la internet. Evaluación de calidad. Barcelona: Edición.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Inteligencias Colectivas en la Educación

Olga Nájar Sánchez
Universidad de Salamanca
Instituto de Ciencias de la Educación
37008 Salamanca, España
Profesora Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia UPTC. Grupo AVE
3003042053
<https://orcid.org/0000-0003-1286-7683>
olga.najar@usal.es

Erla M. Morales Morgado
Universidad de Salamanca
Instituto de Ciencias de la Educación
37008 Salamanca, España
+34 685842675
<https://orcid.org/0000-0001-5447-8251>
erla@usal.es

RESUMEN

La educación es un instrumento valioso para el desarrollo de la humanidad y donde los estados lo han implementado en las diferentes generaciones como una concepción política y social, por su puesto es algo que involucra a toda la sociedad. Pero el proceso educativo se ha transformado en los últimos tiempos y ha permitido incorporar la transformación digital, esto quiere decir los cambios en la forma de interactuar de estudiantes, profesores, padres de familia, directivos entre otro, ha sido apoyada por las Tecnologías de la Información y la Comunicación, que han logrado permear en los procesos educativos y es de mencionar que todo ha evolucionado gracias a Internet, el cual ha posibilitado la conectividad para mostrar la relación que se puede dar entre el saber común y el saber de todos, reflejado en lo que son las inteligencias colectivas, que se dan de manera colaborativa y cooperativa en la educación. Esto ha permitido a los sujetos sociales relacionarnos con los otros de forma interconectada e interactiva y llegar a una colaboración colectiva, es decir con un conocimiento compartido el cual se multiplica en la comunicada educativa a través de las redes sociales.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

Education is a valuable instrument for the development of humanity and where states have implemented it in different generations as a political and social conception, of course it is something that involves the whole society. But the educational process has been transformed in recent times and has allowed to incorporate the digital transformation, this means the changes in the way of interacting of students, teachers, parents, managers among others, has been supported by the Information and Communication Technologies, which have managed to permeate the educational processes and it is worth mentioning that everything has evolved thanks to the Internet, which has enabled connectivity to show the relationship that can occur between common knowledge and the knowledge of all, reflected in what are the collective intelligences, which occur in a collaborative and cooperative way in education. This has allowed social subjects to relate with others in an interconnected and interactive way and to reach a collective collaboration, that is, with a shared knowledge which is multiplied in the educational communication through social networks Education is a valuable instrument for the development of humanity and where the states have implemented it in the different generations as a political and social conception, of course it is something that involves the whole society. But the educational process has been transformed in recent times and has allowed to incorporate the digital transformation, this means the changes in the way of interacting of students, teachers, parents, managers among others, has been supported by the Information and Communication Technologies, which have managed to permeate the educational processes and it is worth mentioning that everything has evolved thanks to the Internet, which has enabled connectivity to show the relationship that can occur between common knowledge and the knowledge of all, reflected in what are the collective intelligences, which occur in a collaborative and cooperative way in education. This has allowed social subjects to relate with others in an interconnected and interactive way and to reach a collective collaboration, that is to



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

say, with a shared knowledge which is multiplied in the educational communication through social networks.

In this paper, we describe the formatting guidelines for 10o. Congreso Internacional de Computación CICOM 2021. Authors are fully responsible for the quality of their articles and they are kindly requested to review the following instructions for their elaboration of papers.

Categorías y Descriptores Temáticos

Educación, Inteligencia colectiva.

Términos Generales

Proceso educativo, Inteligencia colectiva,

Educación es el proceso de formación dedicada a desarrollar la capacidad intelectual, adquiriendo conocimientos, desarrollando la moral y la parte afectiva, al socializar para poder interactuar en la comunidad, de acuerdo a su entorno y escenario en que se encuentre.

Proceso educativo: es la disposición que se tiene para la transmisión de valores y saberes de forma bidireccional a una persona determinada.

Palabras clave

Proceso educativo, inteligencia colectiva, inteligencia

Keywords

Educational process, collective intelligence, intelligence

INTRODUCCIÓN

En la sociedad del conocimiento, el poder transformar el conocimiento ha disminuido en tiempo de proceso, hoy se ofrece en tiempo real y de forma inmediata; la comunicación se da a través de internet de forma fluida y ágil. Y en este sentido el conocimiento es un factor primordial para mantenerse activo que permite estar a la vanguardia y afrontar los cambios vertiginosos que la red ofrece. El conocimiento hoy en día no requiere que se formalice, o que se estructure, o se convierta en una disciplina y genere un valor o de rendimientos financieros, ni tampoco que los expertos lo avalen para que pueda circular en las redes sociales y se convierta en algo formal como un libro o un artículo, hoy el conocimiento viaja por las redes sociales, se combina, transforma, se adapta y genera nuevo conocimiento; lo importante es que pueda circular y fluir de manera adecuada y los sujetos sociales lo puedan compartir, modular. Si el conocimiento reside en la mente de las personas que lo reciben lo pueden seguir compartiendo de forma colectiva, asegurando que este no se estanque y pueda circular por las redes sociales, posibilitando un acelerado aprendizaje, y así el conocimiento se enfoca, se especializa, se diversifica y se adapta a las necesidades que se requieren en los diferentes entornos y escenarios sobre todos los educativos, considerado este como el que más evoluciona, atendiendo también al proceso educativo, sea formal o informal, lo importante es que se atiende unos objetivos puntuales en el sistema educativo en las diferentes modalidades presencial, a

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

distancia, remota, dual y combinada. De esta forma los sujetos sociales asimilan, aprenden y desaprenden, lo que se requiere es ser competitivo, innovador, creador y transformador, adquiriendo valores y pautas de conducta en la sociedad del conocimiento. En las redes sociales se comparte y se trabaja de manera colaborativa, y es una forma en que los sujetos sociales permiten trabajar en grupo, autorregulados de manera colaborativa y cooperativa, y a esto es lo que se le denomina inteligencia colectiva a la capacidad que tiene un grupo para poder resolver o compartir los problemas o dificultades que se presentan en el proceso educativo, hoy en día las comunidades educativas, a través de las redes sociales permiten apoyar y fortalecer esto, como una de las posibilidades de la interacción creciente, y como lo plantea [1] la educomunicación se ha convertido especialmente en los últimos diez años, en una urgente necesidad. Vivimos más que nunca en la sociedad de las pantallas y de las máquinas inteligentes, de manera que la ciudadanía de cualquier parte del orbe, ya sean jóvenes o mayores, ricos o pobres, religiosos o ateos, las han abrazado con pasión y compulsión, pues estas han copado nuestro tiempo, hoy los medios son multimedia, interactivos y especialmente omnipresentes y casi omniscientes. Estar “comunicados/incomunicados” en un mundo de comunicación masiva, no cabe duda de que la “comunicación de masas” ha sido uno de los grandes logros y aciertos, porque, en suma, lo importante ya no son tanto los medios, sino las capacidades de las personas para interpretar sus mensajes de forma juiciosa y crítica. De esta forma se conduce a trabajar colaborativa y cooperativamente desde la inteligencia colectiva, asumiendo la adopción de ideas y experiencias que se comparten y pueden aportar a la solución de problemas parciales o totales. Para el caso que corresponde en este estudio la investigación se hace desde la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera las inteligencias colectivas interactúan con el conocimiento de los estudiantes en una temática?, en donde los estudiantes y profesores propician espacios para trabajar de manera articulada y colectiva, es decir propender por generar un ambiente colaborativo en el escenario y entorno en que se pueda dar. Por lo tanto, se hace necesario tener un derrotero en el cual los estudiantes independientes de las asignaturas o semanarios que se impartan, tienen unos lineamientos para poder desarrollar las actividades y se trabajó con el objetivo ¿Plantear y desarrollar una estrategia didáctica que permita interactuar con los estudiantes con incorporación de las TIC?. Esto se hizo con el fin de poder determinar que El mayor acceso a la información y la participación más directa, son realidades que se deben aprovechar en el sentido de lograr mejores resultados en la interacción creciente entre las personas, haciendo que la inteligencia colectiva es también un recurso y reconocer que la diversidad interna creciente en los grupos que afrontan problemas colectivos es una dificultad para que los acuerdos y para que los resultados puedan ser comunes, por diferencias a veces sustanciales en los principios y valores de los miembros del grupo, cada vez más heterogéneo [2].

INTELIGENCIA COLECTIVA

El conocimiento es fundamental en cualquier proceso que se quiera realizar y está facultado por esa capacidad cognitiva, que permite que se desarrollen actividades intelectuales o manuales



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

de forma creativa, autónoma y dinámica y que se alimenta en un marco de referencia a través de la incorporación de experiencias en cada una de las personas como parte de la complejidad del ser.

Según [3] proponen una teoría para explicar el fenómeno de la creación de conocimiento, cuyo conocimiento lo definen como "creencia verdadera justificada" para reflejar el conocimiento actual en el que se enmarca la existencia del mismo. Esta creación de conocimiento organizacional se definió como "... la capacidad para crear nuevos conocimientos, así como difundirlo en todas las instituciones, organizaciones y que queden establecidos en productos, servicios y sistemas".

Para entender el conocimiento como lo define [4] quienes plantean que existen dos tipos de conocimiento el tácito y el explícito, el primero corresponde al conocimiento del sujeto y este asociado a la experiencia, se manifiesta en acciones reales, pero no es verbalizado. El conocimiento explícito es el conocimiento verbalizado, formalizado y estructurado que existe en el sujeto, pero al tiempo es el conocimiento que puede ser considerado como conocimiento explícito colectivo o del sistema.

De esta manera entender que la adquisición del conocimiento y generación del conocimiento como lo propone [5] es una función del sistema, y el conocimiento explícito generado mediante funciones autopoieticas se deposita en la estructura del sistema [6], este conocimiento, que forma parte de la estructura, se conoce como conocimiento de sistema o conocimiento colectivo, y constituye una estructura sedimentada de, de vida u observación del sistema. Los desarrollos del sistema, entendidos como actualizaciones, creatividad, innovación o nuevas técnicas, obedecen a oportunidades evolutivas de la misma estructura y se ejecutan mediante procesos o etapas de discusión disciplinar que incorporan una cantidad de variables interrelacionadas del entorno; es decir, el conocimiento colectivo asociado al sistema de temporalidad.

El conocimiento colectivo, entendido en los diferentes entornos y escenarios como estructuras del sistema, que permite que se dé la Inteligencia colectiva, la cual está relacionada con el saber común, el saber de todos, el saber popular y se basa en el conocimiento y en la praxis como procomún, como la nueva manera de expresar una idea muy antigua: que algunos bienes pertenecen a todos, y que forman una constelación de recursos que debe ser activamente protegida y gestionada por el bien común. El procomún lo forman las cosas que heredamos y creamos conjuntamente y que esperamos legar a las generaciones futuras. - Antonio Lafuente. Concepto que no es nuevo ni fácil de definir o de abarcar y que está en pleno estudio y desarrollo. El término original en inglés commons, fue actualizado por Elinor Ostrom y recuperado por el movimiento open source. Se podría definir como la manera de producir y gestionar en comunidad bienes y recursos, tangibles e intangibles, que nos pertenecen a todos, o mejor dicho, que no pertenecen a nadie, que son un bien común. Tiene que ver con las cosas que se elaboran colectivamente y son parte del saber popular, del dialogo de saberes, tiene que ver con recursos que pueden ser públicos o privados. Así lo ha propuesto [7].

La colaboración, el intelecto colectivo, como resultado de la suma de las inteligencias compartidas [8] han sido el marco conceptual de la experiencia teniendo en cuenta que la capacidad de aprender y de enseñar conjunta es algo que surge con la posibilidad de participación que brinda la red. Fuera del entorno educativo formal la participación y la actuación colectiva se desarrollan gracias a la arquitectura del ciberespacio que da lugar al principio de colectivización y al intercambio del conocimiento. Esta dinámica convierte a los sujetos participantes en el ciberespacio en multitudes inteligentes.

Y continuando con lo que plantea [8], ¿La inteligencia humana? Su espacio es la dispersión. Su tiempo, el eclipse. Su conocimiento, el fragmento. La inteligencia colectiva se da cuenta de su reintegración. Se construye un pensamiento transpersonal pero continuo. Unas reflexiones anónimas pero que están permanentemente vivas, de riego uniforme, metamórficas. A través de la mediación de los mundos virtuales, podemos no sólo realizar un intercambio de información de pensar juntos, sino que además compartimos nuestros recuerdos y nuestros planes para producir un cerebro cooperativo.

Para poder decir que la inteligencia colectiva se da en grupo es importante mencionar que todo lo que congrega o hace, se pueda trabajar en equipo colaborativamente es una constitución penamente, es más fácil que un grupo evolucione con aciertos y desaciertos, el equipo permite generar habilidades aprendiendo a resolver problemas y a evaluarlos de tal forma que los posibles resultados también se van estructurando de acuerdo a la experiencia de los sujetos sociales que integran los grupos, en la organización se asignan responsabilidades con el fin de tener los resultados acertados ante determinadas situaciones.

Desde la perspectiva de la educación y sobre todo en los procesos educativos es de destacar que puede haber distintos frentes como lo plantea [9] a una jerarquía unidireccional de conocimiento que surgen en las organizaciones que plantean que el conocimiento tiene múltiples flujos, focos y con un planteamiento en red [10]. Son varias las denominaciones que se han dado a este tipo de visión: organización en red, organización cooperativa, comunidades de práctica, comunidades virtuales de aprendizaje [11]. Independientemente de la denominación, una característica común es que el éxito de las mismas depende de la capacidad para activar la inteligencia de todos sus miembros. Esto en relación a que la Inteligencia Colectiva puede sin duda mirarse con algunos elementos que hacen posible que se dé desde el aprendizaje, desde la toma de decisiones y como se relaciona con las Tecnologías De La Información y la Comunicación.

Es así como la Inteligencia Colectiva y el Aprendizaje, es presentada por [12] citando a Lévy y Noubel, "como el desarrollo de una nueva disciplina alternativa fundamentada en el concepto de la holomidad, es decir, una estructura opuesta a la piramidal, y en donde la esencia de las prácticas sociales, entre ellas la académica, debe estar basada en una mirada profundamente holístico integrativa, que supera con ello las arquitecturas invisibles, concepto que lo acuña [13] (en su texto Inteligencia colectiva: la revolución invisible) de la dominación del sistema hegemónico piramidal".



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Relacionando alguna revisión bibliográfica que tratan la Inteligencia Colectiva, como la colaboración entre los grupos, en diferentes áreas del conocimiento, especialmente en la educación. Los estudios indican que los profesores y estudiantes están comprometidos con Inteligencia Colectiva, pues son ellos quienes ayudan a crear, compartir y reutilizar el contenido nuevo o pueden ser los interesados mediante la visualización de ampliar a otros contenidos. Además, el uso de herramientas de software mejora y aporta al desarrollo de la Inteligencia Colectiva, tanto en la generación de conocimiento como en el aspecto administrativo de la educación. Con lo mencionado se puede concluir que el aprendizaje colectivo se acepta como el resultado de una cimentación activa y social del conocimiento, la cual es el resultado de poder haber compartido con otros iguales o pares, con una socialización como forma de interacciones, concebidas como procesos sociales

La Inteligencia Colectiva Y Tecnología, es importante mencionar que, en las consultas realizadas con relación a la Inteligencia Colectiva, se une un factor muy importante y es la tecnología, pues sin esta herramienta no sería posible la Inteligencia Colectiva y para el caso se relaciona la web semántica, y en la educación tiene como objetivo el intercambio de información estructurada y de conocimiento formal para lograr Inteligencia Colectiva en la web. La Web semántica permite la distribución de datos e interconexión para proporcionar información a los usuarios, y también el intercambio de conocimiento, la colaboración y la cooperación.

Por otra parte, la Inteligencia Colectiva y el apoyo a la Toma De Decisiones, en donde todos como sujetos sociales en los diferentes escenarios y contextos donde existamos, estamos en la posibilidad de tener conocimiento, es decir de tener la información disponible, que se pueda evaluar con el fin de tomar una decisión con argumentos, consistente, asertiva y decisiva con apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y con un margen de error mínimo.

METODOLOGÍA

La Investigación abordada en este proyecto se trabajó de tipo cualitativo, considerada como un método de estudio que se propone evaluar, ponderar e interpretar información obtenida a través de recursos como encuestas, entrevistas, conversaciones, registros, memorias, entre otros, con el propósito de indagar en su significado profundo. Para este caso se aplicaron encuestas.

De esta manera, la investigación cualitativa utiliza el texto como material empírico (en lugar de los números), parte de la noción de la construcción social de las realidades sometidas a estudio y se interesa en las perspectivas de los participantes, en las prácticas cotidianas y el conocimiento cotidiano que hace referencia a la cuestión estudiada. Los métodos deben ser apropiados a esa cuestión y han de ser lo bastante abiertos para permitir una comprensión de un proceso o relación. [14].

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

El alcance de la investigación se define como un estudio descriptivo, el cual “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades (...) o cualquier fenómeno que se someta a un análisis” [15].

Objetivos: Desarrollar formas de pensamiento complejas y sutiles, más allá de leer, escribir, contar y calcular, a manera de percepción en el tema de Sociedad del conocimiento

Descripción del taller: A partir del dibujo que se debe realizar en un octavo de cartulina o cartón paja y con temperas o acuarelas de agua, se hace un dibujo relacionado con ¿que se entiende por conocimiento, sociedad de la información y sociedad en red

Teniendo en cuenta: El proceso de conceptualización del conocimiento

Estrategias: El dibujo se debe realizar con los dedos de las manos, no se debe utilizar ningún tipo de pincel, lápiz, marcadores o esteros

Este taller se construye teniendo en cuenta sus conocimientos previos ya sean empíricos y científicos

EL DIBUJO NO DEBE LLEVAR TEXTO Y TAMPOCO SE DEBE MARCAR

OLGA NAJAR SÁNCHEZ

Figura 1. Taller de Pintura para que los 23 estudiantes lo desarrollen y explicar la temática

El proceso a seguir con los estudiantes fue el de diseñar y desarrollar un taller de pintura en donde se les pregunto a cerca de lo que se conocía por sociedad del conocimiento y en esa respuesta la debían dar a través del siguiente taller: Una vez propuesto el taller, se les dijo a los estudiantes que contaban con 30 minutos para hacer sus dibujos, Pasado este tiempo los estudiantes subieron el archivo a la plataforma Moodle y luego se asignó un dibujo diferente a cada estudiante, el cual fue enviado al correo de cada uno, con el fin de que hicieran una lectura de lo que observaban, posteriormente cada uno socializaba la lectura del dibujo y luego de esta lectura el autor del dibujo se expresaba diciendo si la lectura era acertada, si la interpretación era adecuada o si estaba incompleta y deseaba adicionar algo a la lectura realizada por el compañero. O realmente no entendía el dibujo y hacia una lectura errada.

RESULTADOS

Cuando interviene cada uno de los 23 estudiantes, con relación a la lectura que hace del dibujo, la mayoría expresaban lo que leían, siendo acertada la lectura en un 87%, los autores del dibujo complementaban o expresaban porque habían hecho esa representación en relación a la temática que era sociedad del conocimiento. Un 9% no lograban hacer una lectura acertada del dibujo, porque era incompleta y el 4% no entendían el dibujo, por lo tanto, hacían una lectura errada.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

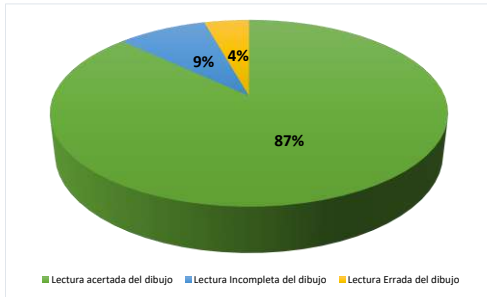


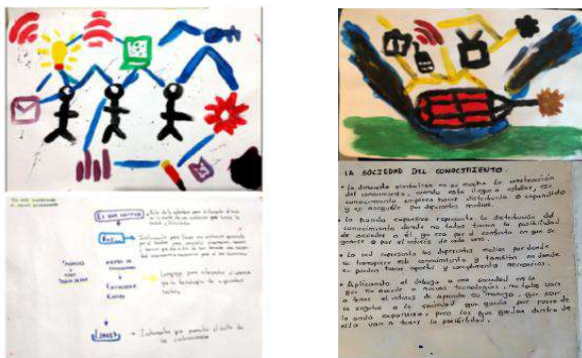
Figura 2. Lectura del dibujo sobre la temática sociedad del conocimiento, en un grupo de 23 estudiantes

Algunos de los dibujos que los estudiantes realizaron en relación a la temática sociedad del conocimiento, esto se hizo en la primera clase de este semanario, con los conocimientos previos que los estudiantes tenían. Se puede afirmar que la inteligencia colectiva de un grupo de estudiantes es una cualidad de permitir y poder trabajar en grupo de manera colaborativa y permanente, en el sentido en que el grupo de estudiantes evoluciona con sus aciertos y desaciertos, con los que convive en escenarios y contextos diferentes, lo que les permite tomar decisiones acertadas frente a situaciones determinadas.

Por ende, la Inteligencia colectiva esta y estará siempre presente en los grupos de trabajo lo que permite poder tener las mejores alternativas para la asignación de tareas compartidas y construcción de conocimiento en función de las mejores posibilidades de las inteligencias, fortalezas y capacidades que tienen cada uno de los estudiantes en un colectivo académico.



Figura 3. Dibujos realizados en acuarelas con los dedos de las manos sobre la temática sociedad del conocimiento



El propósito del taller fue desarrollar formas de pensamiento complejas y sutiles, más allá de leer, escribir, contar y calcular, a manera de percepción en el tema de Sociedad del conocimiento y esto se logró con la realización de los dibujos por cada uno de los estudiantes. Esta estrategia que se propuso, fue el taller de pintura que permitió a los estudiantes interactuar a través de la plataforma virtual Moodle, del correo electrónico, de enviar su dibujo, de escanearlo con los celulares y enviarlo a la profesora y posteriormente socializar el taller a través de Google meet, para esto fue necesario incorporar y usar la tecnología con las herramientas mencionadas, pero también permito conocer lo que es la sociedad del conocimiento con la lectura que cada estudiante realizo, donde se llegaron a unos consensos que surgen del grupo de los 23 estudiantes, sin tener en cuenta si eran expertos o no en el tema, de esto se generaron opiniones emitidas también por los estudiantes de manera interactiva donde genero divergencia, y contribuyo a que se obtuvieran beneficios de la opinión individual de cada estudiante y con la deliberación que surge y es aquí donde se da la inteligencia colectiva, porque los estudiantes hicieron la lectura y opinaron de manera independiente, a continuación de que cada uno socializa la lectura y expresa sus opiniones se va dando la convergencia con el intercambio de argumentos y las posturas que asumen cada uno de los estudiantes. El desarrollo del taller de pintura también permitió generar procesos de reflexión colectiva. Y en coherencia con lo que describe [16]



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

"Parte del rol principal de un maestro es facilitar las habilidades creativas de cada miembro del equipo, sin importar cuán grande sea ese equipo", sostiene Ken Robinson, experto en innovación y creatividad, que distingue entre la creatividad general –las aptitudes del pensamiento creativo general, como por ejemplo: cómo trabajar en grupo o cómo generar ideas– y la creatividad personal, que supone conectar a las personas con sus propios talentos naturales, entonces facilitar y conformar equipos creativos que puedan compartir y socializar sus ideas sin temor. Y es así como en el taller se buscó que “La gran clave para la creatividad es cultivar diversidad en vez de homogeneidad. Entonces el rol ahí es formar y facilitar grandes equipos creativos”. Y en coherencia con lo que plante [16] y dice que se puede ser creativo con cualquier cosa si se aprenden las habilidades necesarias. Todos los seres humanos nacemos con la capacidad, pero el hecho de adquirirla es un logro cultural. Por eso, para él, la mejor pregunta no es cuán creativo eres, en una escala simple, sino más bien: ¿de qué manera eres creativo? ¿Qué enciende tu imaginación? ¿Qué hace despertar tu creatividad?

Articulando la creatividad en el grupo de 23 estudiantes a través del taller de pintura e incorporando las tecnologías, se evidencia que se puede trabajar de manera armonizada con cosas diferentes y así como lo describe [17], en una entrevista dada por, CEO y Fundadora de Diseño Social, en la que explica su definición de inteligencia colectiva y los dilemas que se tienen por delante para mejorar su eficacia ¿cómo definirías a la “Inteligencia Colectiva”? Ella respondió que la “inteligencia colectiva” para aquellos procesos que hacen que un grupo pueda llegar a aprender, entender, razonar y tomar decisiones de forma diferente a si lo hicieran sus miembros por separado (sean o no conscientes de ello). Le doy un matiz positivo porque genera una dinámica similar a las sinergias: se genera más valor conectando que sumando las partes.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la estrategia a través del taller de pintura contribuyó realmente a generar una convergencia colectiva en torno a la lectura del dibujo y las opiniones expresadas de manera independiente, donde se generó inteligencia colectiva y afianzo la confianza en la emisión de las opiniones y los juicios que surgieron en torno al desarrollo del taller.

De forma creativa, se trabajó en el desarrollo del taller de pintura y se logró la combinación de ideas y opiniones independientes, entender la temática de otra forma, mediando con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, porque implícitamente tenían que usarlas para poder hacer llegar los dibujos a los otros compañeros y realizar la lectura.

La inteligencia colectiva, permite fortalecer el proceso educativo, por la interacción que se da entre los estudiantes al participar de manera activa y creativa, atendiendo a que cada estudiante da a conocer y pone en común el conocimiento que tienen para ayudar a construir conocimiento individual y colectivo, de esta manera, el conocimiento fluye y se convierte en fuente de aprendizaje a partir del desarrollo colectivo.

La inteligencia colectiva apoya el proceso educativo, en el sentido de transformar el conocimiento con la participación de los estudiantes a través de las manifestaciones, expresiones y cambios que se pueden presentar, que sin ser nada nuevo es relevante por el impacto que genera en la sociedad. Permitiendo complementar y diversificar la posibilidad de colaborar y de trabajar colectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Salamanca (USAL), España (<http://usal.es>). Y a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, especialmente a sus estudiantes. (www.uptc.edu.co) Este trabajo cuenta con el apoyo del Programa de Doctorado de la Universidad de Salamanca sobre "La educación en la sociedad del conocimiento" (<http://knowledgesociety.usal.es>) y del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación de la Universidad de Salamanca (IUCE), España (<https://iuce.usal.es>).

REFERENCIAS

- [1] Agueded, I. Cuello, Z. Vaileron, J.L. (2019). La educción como proyecto social en el mundo de las pantallas. Competencia mediática y digital: Del acceso al empoderamiento. Primera Edición. ISBN: 978-84-937316-5-6. P. 11. Huelva (España).
- [2] Escuela de diseño social. (2021). Inteligencia Colectiva Y Diseño Social. <http://www.escueladisenosocial.org/inteligencia-colectiva-y-diseno-social/>
- [3] Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge creating company. New York: Oxford University PRess.
- [4] Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999). La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de a innovación. New York: Oxford University PRess.
- [5] Carreño Bustamante, M.T. Gonzalez Carreño, C. Castaño Perez, N.J. (2020). Adquisición del conocimiento en los programas de derecho e Ingeniería de sistemas y telecomunicaciones: La gestión del conocimiento colectivo. Gestión del conocimiento para la innovación de los programas de Derecho e Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. ISBN:9789587843941. Pags. 47-63. Editorial Universidad del Rosario. Colombia
- [6] Castaño, N.J. Modelo para la gestión de la calidad sanitaria, basada en la gestión del Conocimiento. (tesis Doctoral, Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid)
- [7] López, S. Rodríguez, J. y Tamayo, L. (S.F). Jóvenes, inteligentes, colectivos, colaborativos. Una visión joven de



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

del investigador. “Del yo al nosotros y del nosotros al todo.”
Análisis, 46(84), 105. <https://doi.org/10.15332/s0120-8454.2014.0084.06>

- la Inteligencia Colectiva y Colaborativa. Realizado por Comandante Tom www.comandantetom.com, En colaboración con Simbyosi <http://www.simbyosi-corp.com>. NIPO: 684-14-013-6. España.
- [8] Lévy, P. (2004). *L'Intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, Editeur : La Découverte (Essais), ISBN : 2707126934. *Inteligencia colectiva: por una antropología del ciberespacio / Pierre Lévy : traducción del francés por Felino Martínez Álvarez*
- [9] Fidalgo-Blanco, A. Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J.. (2018). Micro flip teaching with collective intelligence. In *Learning and Collaboration Technologies. Design, Development and Technological Innovation. 5th International Conference, LCT 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part I*, P. Zaphiris and A. Ioannou Eds. Springer, Cham, Switzerland, 400-415. DOI:10.1007/978-3-319-91743-6_30.</bib>
- [10] Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- [11] Ramírez-Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2018). Co-creation and open innovation: Systematic literature review. *Comunicar*, 26(54).
- [12] Wilches, Mahecha, L. E., & Jimenez, Silva, R. J. (2015). *La inteligencia colectiva y la responsabilidad social y política*
- [13] Noubel, J.-F. (2004). *Inteligencia colectiva, la revolución invisible*, 1–39.
- [14] Flick, Uwe. *El diseño de Investigación Cualitativa*. (2015). Ediciones Morata. Traducido por Tomás Del Amo y Carmen Blanco. ISBN: 9788471128065. España.
- [15] Hernández Sampieri, R. Collado, C. F & Baptista Lucio, P. (2014). *Research Methodology*. (S. A. D. C. V. McGraw-Hill/Interamericana Editores, Ed.) (Fifth Edition). Mexico 2014. Retrieved from <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- [16] Robinson, S.K. (2012) *Busca tu Elemento. Aprende a ser creativo individual y colectivamente*. Barcelona: Empresa activa. https://www.camarabaq.org.co/wp-content/uploads/2020/10/X_Inteligencia_colectiva.pdf
- [17] Hidalgo Rudilla, María. (2021). *Entrevista La inteligencia colectiva explicada en una fórmula sencilla*. <https://www.bloginteligenciacolectiva.com/la-inteligencia-colectiva-desde-una-formula-sencilla-entrevista-maria-hidalgo/>.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Desarrollo del pensamiento creativo y computacional: propuesta de formación de facilitadores en competencias digitales y habilidades STEAM

José Efrén Marmolejo Valle
Universidad Autónoma de Guerrero
Chilpancingo de los Bravo, Gro.,
México
+52 747 1268037
jmarmolejov@uagrovirtual.mx

Arturo López Martínez
Universidad Autónoma de
Guerrero
Chilpancingo de los Bravo,
Gro., México
+52 747 125 5949
alopezmtz@uagrovirtual.mx

Víctor Campos Salgado
Universidad Autónoma de Guerrero
Chilpancingo de los Bravo,
Gro., México
+527471415206
vcampos@uagrovirtual.mx

RESUMEN

En los últimos años hemos sido testigos sobre el rápido avance tecnológico, la visión de algunos líderes que se encargan de desarrollar nuevas tecnologías ha permitido que la sociedad tenga acceso a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), por una parte tener el beneficio de adquirir equipos de cómputo, cascos de realidad virtual, impresoras 3D, robots, placas microcontroladoras, consolas de videojuego, dispositivos móvil, gadgets, etc. Y por otra, tener la posibilidad de adquirir el servicio para mantener conectada esta tecnología a la web y utilizarla en el ámbito personal, social y laboral. Es satisfactorio tener presente los beneficios ya mencionados anteriormente, pero muy poco se habla sobre las necesidades de la incorporación y adaptación de estas tecnologías emergentes en el ámbito educativo, ya que muchos de los nuevos perfiles laborales que son requeridos en el sector laboral hoy en día; en su mayoría no son formados en el sector educativo. Es lamentable saber que hasta hace poco tiempo solo algunas instituciones educativas se han percatado de esta preocupante situación y grupos reducidos de docentes han comenzado a fomentar la cultura digital e incorporar las tecnologías emergentes en la educación con una visión innovadora.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Es urgente proponer un plan de acción que considere la incorporación en los planes y programas de estudio desde la educación básica el fomento y desarrollo del pensamiento computacional en el aula, aplicarlo en distintas disciplinas o actividades de la vida cotidiana, lo cual nos plantea un nuevo desafío para las instituciones educativas para preparar a los estudiantes a los nuevos desafíos que les depara el ambiente laboral tecnológico, mejorando las habilidades intelectuales y haciendo uso de abstracciones para resolver problemas complejos. La Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) consciente de las necesidades de la sociedad actual promueve que a través de las tecnologías emergentes (Realidad mixta, impresión 3D, inteligencia artificial, robótica) y habilidades STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se fomente el desarrollo del pensamiento computacional desde la infancia, por lo que a través de un programa de capacitación a profesores de nivel básico, medio superior y superior del Estado de Guerrero se promueva el desarrollo del pensamiento computacional y creativo de niños, jóvenes y docentes a través de estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje que contribuyan transversalmente a desarrollar habilidades cognitivas superiores en los estudiantes. Para el diseño de la estrategia de capacitación se conformó un equipo internacional de expertos en pensamiento computacional y creativo.

ABSTRACT

In recent years we have witnessed rapid technological advancement, the vision of some leaders who are responsible for developing new technologies has allowed society to have access to new information and communication technologies (ICT), on the one hand to have the benefit of acquiring computer equipment, virtual reality helmets, 3D printers, robots, microcontroller boards, video game consoles, mobile devices, gadgets, etc. And on the other, having the possibility of acquiring the service to keep this technology connected to the web and use it in the personal, social and work environment. It is satisfactory to bear in mind the benefits already mentioned above, but very little is said about the needs of



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

the incorporation and adaptation of these emerging technologies in the educational field, since many of the new job profiles that are required in the labor sector today ; most of them are not trained in the education sector. It is unfortunate to know that until recently only some educational institutions have been aware of this worrying situation and small groups of teachers have begun to promote digital culture and incorporate emerging technologies in education with an innovative vision.

It is urgent to propose an action plan that considers the incorporation in the study plans and programs from basic education the promotion and development of computational thinking in the classroom, applying it in different disciplines or activities of daily life, which raises a new challenge for educational institutions to prepare students for the new challenges that the technological work environment brings them, improving intellectual skills and making use of abstractions to solve complex problems. The Autonomous University of Guerrero (UAGro) aware of the needs of today's society promotes that through emerging technologies (Mixed reality, 3D printing, artificial intelligence, robotics) and STEAM skills (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) The development of computational thinking is encouraged from childhood, so through a training program for teachers of basic, upper and upper level of the State of Guerrero, the development of computational and creative thinking of children, youth and teachers is promoted through innovative teaching-learning strategies that transversally contribute to developing superior cognitive skills in students. For the design of the training strategy, an international team of experts in computational and creative thinking was formed.

Categorías y Descriptores Temáticos

Social and professional topics~Professional topics~Computing education~Computational thinking

Términos Generales

Competencias digitales docentes, pensamiento computacional, innovación educativa

Palabras clave

Pensamiento Computacional, competencias digitales docentes, Creatividad, Aprendizaje STEAM, tecnologías emergentes.

Keywords

Computational Thinking, teaching digital skills, Creativity, STEAM Learning, emerging technologies.

INTRODUCCIÓN

El actual gobierno federal de México ha establecido que la educación es base de la Cuarta Transformación en el País y que este

bien social es un derecho que tienen todos los mexicanos. Por lo cual, se propone garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, así como promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para todos; al mismo tiempo, se plantea garantizar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad.

En este marco, la UAGro a través de la Coordinación General de Educación Virtual, presentó para concurso ante el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior PADES 2019 el proyecto “Programa de profesionalización online para la formación de profesores en competencia digitales docentes”, el cual fue aprobado con apoyo financiero, específicamente en lo que corresponde a la Meta Académica 3.1, que plantea “Contar con un programa de profesionalización online para la formación de profesores en competencias digitales docentes, para el desarrollo del pensamiento computacional en el aula”.

En consecuencia se decidió conformar un grupo de expertos e instituciones a nivel internacional en Pensamiento Computacional (PC) y Pensamiento Creativo para diseñar una estrategia de capacitación para el desarrollo del PC de profesores y estudiantes en Latinoamérica, el grupo interinstitucional estuvo formado por el Consorcio Red de Educación a Distancia (CREAD) [2] de Estados Unidos, la Fundación Cruzando [3] representada por el Dr. Rodrigo Fabrega Lacoa, de la República de Chile, fundación que promueve el pensamiento creativo a través de diferentes estrategias de formación en docentes de iberoamérica dentro de las que destaca Scratch al Sur, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Guerrero a través de la Coordinación General de Educación Virtual y la Facultad de matemáticas.



Figura 1. Grupo interdisciplinario para el desarrollo de pensamiento computacional

OBJETIVO

Impulsar el desarrollo del pensamiento computacional de profesores a través de estrategias de aprendizaje innovadoras.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

ANTECEDENTES

La Facultad De Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) desde el año 2012 ha promovido el desarrollo del pensamiento computacional desde la infancia, impartiendo formación continua a la ciudadanía interesada a través de: cursos, talleres, conferencias, difusión de la ciencia con el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero (COCYTIEG) y la Red Iberoamericana de Computación, así como en congresos nacionales e internacionales, por medio de la programación, robótica educativa y habilidades STEAM.

La UAGro en Coordinación con el COCYTIEG desarrollaron un proyecto para el desarrollo de las habilidades STEAM crear para aprender para ser presentado en la caravana de la ciencia 2019, donde se diseñaron tres proyectos, el primero consistió impartir un taller a los participantes sobre el ensamblado y uso de impresoras 3D, en el segundo proyecto se diseñó un torno humano interactivo a través del uso de la Realidad Aumentada que con la ayuda de la programación y el uso de las tarjetas microcontroladoras makey makey los asistentes a las caravanas de la ciencia, al tocar algún órgano humano de forma automática aparecía en una pantalla la explicación del funcionamiento e importancia de cada uno de ellos y el tercer proyecto consistió en taller de programación infantil con Scratch haciendo uso de las tarjetas makey makey. Cabe señalar que para la explicación tanto del armado de la impresora 3D y la explicación de las partes del torso humano interactivo, se diseñó una aplicación.apk donde, con ayuda de la realidad aumentada a base de marcadores se explicaba el armado de la impresora como las partes del cuerpo humano de forma interactiva, (ver Figura 2, Figura 3, Figura 4)

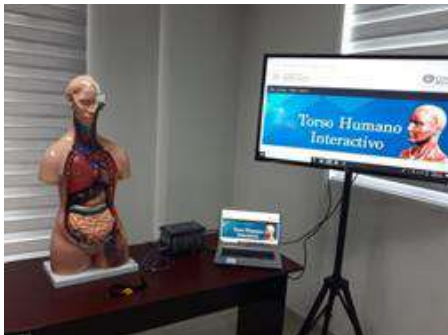


Figura 2. Fotografía del proyecto Torso Humano interactivo del proyecto habilidades STEAM crear para aprender.

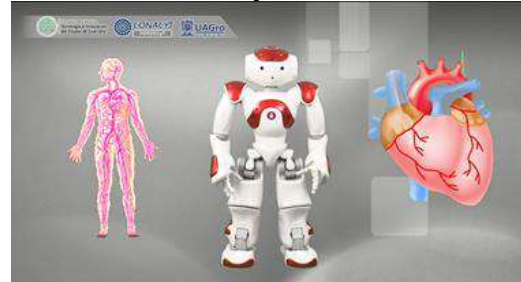


Figura 3. Captura de pantalla de los vídeos que se muestran en la interacción de los usuarios.



Figura 4. Captura de pantalla de la apk con realidad aumentada del torso humano.

Es por eso que la a través de diferentes fondos federales entre los que se destaca el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior (PADES), el Programa de Fortalecimiento a la Excelencia Académica (PROFEXE) y apoyo de investigadores de cuerpos académicos se ha adquirido un laboratorio de programación y robótica infantil, además del desarrollo de un conjunto de laboratorios interinstitucionales de realidad mixta como nueva propuesta de interacción educativa virtual avanzada con un enfoque ético, legal y humanista, proyecto de Ciencia de Frontera 2019 financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) [1], es importante resaltar que el proyecto es interinstitucional entre la Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de Nayarit y la UAGro; actualmente la facultad de matemáticas y el Sistema de Universidad Virtual de la UAGro (SUVUAGro) diseñan los prototipos de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA).



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

METODOLOGÍA

Para diseñar un programa de formación a docentes del Estado de Guerrero se dividió la estrategia en dos fases:

Fase 1, se emitió una convocatoria abierta y por invitación a la Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Guerrero (SEG) para participar en un taller de pensamiento computacional en el aula en modalidad presencial, impartido en 3 sedes geográficamente distribuidas en el estado de Guerrero. El objetivo de este taller fue: dar a conocer a los docentes interesados en que consiste el pensamiento computacional en el aula y el impacto que tiene en el proceso de enseñanza aprendizaje, también se realizaron algunas actividades y retos lúdicos e interactivos dejando como reto desarrollar recursos educativos e integrarlos en su práctica docente, además se aplicó un instrumento de evaluación que nos permitiera identificar las competencias digitales docentes, de esta forma pasar a la segunda fase cuyo objetivo fue diseñar un diplomado “Pensamiento computacional y creativo en el aula”, de acuerdo a las necesidades de los docentes con validez internacional que permita empoderar a los educandos de distintos niveles educativos en el desarrollo de las habilidades computacionales y en sus capacidades en la innovación y la creatividad que le permita incorporar en su práctica docente actividades transversales relacionadas con la vida cotidiana que fomente en los estudiantes el desarrollo del pensamiento computacional de una forma interactiva.

Para la identificación de las competencias digitales de los docentes participantes se diseñó un instrumento de evaluación tomando en cuenta los estándares del “Marco Común de Competencia Digital Docente” del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado INTEF, del Gobierno de España [4], recuperamos lo referente a las 5 categorías o estándares claves que se constituyen en indicadores de desempeño, a saber, el instrumento quedó diseñado en 6 categorías, a saber:



Figura 5. Marco común de competencias digitales

Así, la estructura del cuestionario consta de un primer apartado de datos generales y frecuencia en el uso de TIC, lo que permite delinear el perfil de general de competencias digitales del docente entrevistado, después se presentan las cinco áreas del Marco Común de Competencias Docentes, las que especifican características de las competencias digitales, contando con cuarenta reactivos considerando cinco opciones de respuesta para cada uno.

La escala que se utiliza para la selección de las opciones es la escala valorativa tipo Likert, en la que los entrevistados reflejan en una escala de 1 a 5 su grado de competencia tecnológica, donde el valor 1 hace referencia a que el individuo se siente completamente ineficaz o incompetente para realizar lo que se declara en el reactivo, y 5 representa la dominación completa de la declaración. La opción intermedia 3 que para Likert significa ni ineficaz, ni eficaz, en nuestra escala no tiene ese significado, se concibe una escala progresiva, así, las opciones se interpretan como:

- 1) Completamente Incompetente (o completamente ineficaz)
- 2) Medianamente Incompetente
- 3) Medianamente Competente
- 4) Competente
- 5) Completamente Competente (o enteramente eficaz)

Análisis de “Competencias Digitales Docentes”

Describimos los reactivos como componentes de cada una de las seis categorías previamente analizadas, las cuales sirvieron para el diseño del cuestionario, en el cual analizaremos y destacaremos los detalles de los temas los cuales podamos delinear el perfil de competencias digitales docentes que permita al diseño de la formación del docente en el pensamiento computacional.

Para esto se plantearon los reactivos de manera tal que en los primeros se analizó el perfil social técnico de los docentes entrevistados, posteriormente la frecuencia y uso de las TIC. Para esto se determinaron las 6 categorías antes mencionadas, en las cuales se analiza cada una de las facultades del docente.

Categoría: Alfabetización Tecnológica (Información y alfabetización informacional): Esta categoría de análisis, explora en la autopercepción de los entrevistados, el cómo se aprecian en el conocimiento, uso y dominio de aspectos tales como: Sistemas operativos, operar dispositivos móviles, navegación en internet, herramientas ofimáticas para el tratamiento de la información, investigar y resolver problemas en los sistemas y aplicaciones, y herramientas de tratamiento de imagen.

Categoría: Búsqueda y Tratamiento de la Información: Se aprecian y evalúan rasgos de competencias digitales asociadas a identificar, recuperar, almacenar, organizar y analizar información digital, evaluando su finalidad y relevancia; específicamente, lo referido a la navegación, búsqueda y filtrado de



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Tabla 1. Participantes en el taller “Pensamiento computacional y creativo” por región y nivel educativo en que imparten sus servicios como docentes.

información, datos y contenidos digitales en red y acceder a ellos, distinguiendo la que sea información relevante, así cómo seleccionar recursos de forma eficaz, planificando y evaluando datos y contenido digital.

Categoría: Pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones: Esta categoría hace referencia a habilidades para resolver problemas, lo que implica la identificación de situaciones que conllevan a la investigación al contestar preguntas enfocadas al problema a resolver; así mismo, mostrar el uso de recursos y herramientas digitales al explorar temáticas del mundo contemporáneo, poniendo en juego el pensamiento crítico para discriminar información no relevante o equivoca; adicionalmente observar cómo el docente o estudiante resuelve problemas de configuración de hardware, software y redes.

Categoría: Comunicación y Colaboración: Dentro de esta categoría de valúan los elementos de la competencia, son como los docentes utilizan los medios y recursos digitales como instrumento de comunicación y la manera en que realizan trabajo colaborativo con sus pares o grupos que operan con informáticos y herramientas tecnológicas en la red, e incluso coordinar actividades en grupo.

Categoría: Ciudadanía Digital: Entre los elementos de competencias que refiere esta categoría, destacan la ética y observancia de la normatividad en materia de uso de la información, respeto a los derechos autorales, prácticas de uso legales, seriedad y responsabilidad para el aprendizaje, y ejercer con ello liderazgo entre los grupos o comunidad digital.

Categoría: Creatividad e Innovación: En esta categoría, se valoran el pensamiento creativo, la construcción del conocimiento y los procesos innovadores a la hora de utilizar las TIC. Lo que se refleja en acciones tales como: Concepción de ideas originales, construcción de productos originales, realización de modelos y simulaciones propias, en general, el desarrollo de materiales utilizando las TIC.

El Taller Pensamiento Computacional y Creativo se llevó a cabo del 9 al 11 de diciembre de 2019, en modalidad presencial, fué dirigido a directivos y docentes, principalmente de educación básica (preescolar, primaria y secundaria), aunque también asistieron profesores de bachillerato y de educación superior, provenientes de un total de 30 instituciones de diferentes niveles educativos, en tres diferentes sedes del estado de Guerrero, en los cuales se capacitó a un total de 204 docentes.

Entre las tres sedes del taller se capacitó a un total de 204 docentes, desglosada esta cantidad de la siguiente manera: 77 docentes en la ciudad de Iguala de la independencia, 72 en la ciudad de Chilpancingo de los Bravo y 55 en Acapulco de Juárez. En cuanto al nivel educativo en que imparten sus servicios, fue de la siguiente manera: preescolar 21, primaria 58, secundaria 30, media superior 70 y superior 25 (ver Tabla 1).

SEDE	Nivel Académico donde imparten clases los docentes entrevistados			Total
	Básico	Media Superior	Superior	
Iguala de la Independencia	52	17	8	77
Chilpancingo de los Bravo	36	32	4	72
Acapulco de Juárez	21	21	13	55
Total	109	70	25	204

DESARROLLO

La importancia de promover el desarrollo del PC en profesores y estudiantes desde la infancia es que puede ser desarrollado y aplicado en distintas disciplinas o actividades de la vida cotidiana, lo cual nos plantea un nuevo desafío para las instituciones educativas y nuestra sociedad. [5] Por ello es cada vez más necesario introducir el PC en el sistema educativo preparando a los estudiantes para un mercado laboral cada vez más tecnológico y competitivo, mejorando las habilidades intelectuales y haciendo uso de abstracciones para resolver problemas complejos. La Universidad Autónoma de Guerrero consciente de las necesidades de la sociedad actual promueve que a través de habilidades STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se fomente el desarrollo del pensamiento computacional desde la infancia, por lo que a través de un programa de capacitación a profesores de nivel básico, medio superior y superior del Estado de Guerrero se promueva el desarrollo del pensamiento computacional y creativo de niños, jóvenes y docentes a través de estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje que contribuyan transversalmente a desarrollar habilidades cognitivas superiores en los estudiantes.

Las habilidades STEAM están ligadas al campo científico, estas habilidades son desarrolladas durante el estudio de estos campos, las cuales son indispensables en lo cotidiano, laboral y personal. Durante el taller se trataron de desarrollar las habilidades relacionadas al:

- Pensamiento crítico.
- Resolución de problemas.
- Creatividad.
- Colaboración.
- Trabajo en equipo.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

El pensamiento computacional es la metodología en la cual se puede implementar los conceptos de las ciencias de la comunicación los cuales nos sirve para la resolución de los problemas diarios, en los cuales podemos plantear diversos sistemas para la realización de tareas frecuentes, de modo tal que podamos resolver de forma diferente diversos problemas en los cuales nos permitan la resolución de problemas de manera eficaz.[6]

Jeannette Wing la cual es la principal promotora, expresa que el pensamiento computacional, “Representa una actitud y un conjunto de habilidades de aplicación universal que todos, no sólo los informáticos, estarían ansiosos por aprender y usar” [7],

El pensamiento computacional implica la resolución de problemas a partir de diseñar sistemas para la comprensión del comportamiento humano, lo cual nos lleva a considerar esto como los conceptos fundamentales de las ciencias computacionales, a lo cual también podemos incluir esto en la ampliación de las herramientas mentales las cuales nos permitan reflejar una gran variedad de actitudes del campo de la computación para representar la actitud y las habilidades que los individuos, no solo los expertos en computación, pueden aprender y utilizar.

Por su parte, el pensamiento creativo lo podemos definir como el proceso en el cual los seres humanos, pueden implementar las habilidades del pensamiento, las cuales nos permitirán realizar la menor cantidad de procesos cognitivos complejos. [8]

Torrance, define el pensamiento creativo como, “Un proceso, el proceso de intuir vacíos o elementos necesarios que faltan; de formar ideas o hipótesis acerca de ellos, de someter a prueba estas hipótesis y de comunicar los resultados; posiblemente para modificar y someter de nuevo a prueba las hipótesis...” [9]

De este modo fue necesario realizar un análisis para identificar el perfil de Competencias Digitales Docentes, que poseen los participantes.

Si bien, en la autopercepción de los docentes se muestra heterogénea en los componentes de las categorías objeto de estudio, puede apreciarse un perfil promedio de las competencias digitales docentes al considerar los porcentajes de respuesta en asumirse competente y completamente competente, mismos que agrupamos en nuestro análisis. Así, tenemos que el 65% de los docentes referidos a la categoría Alfabetización Tecnológica muestran competencia para identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información digital evaluando su finalidad y relevancia de forma crítica, lo cual hace una ventaja comparativa para complementar su formación, sin embargo, la gran mayoría de los docentes que no se asumieron competentes requieren de capacitación tecnológica que les permita al igual que los otros, la formación de competencias claramente definidas como: Conocimiento, uso y dominio de sistemas operativos, operar dispositivos móviles, navegación por internet, y el manejo de herramientas ofimáticas para el tratamiento de información.

Con un 33.75% de promedio en la categoría de Comunicación y Colaboración, se destacaron, las componentes que dan forma a la competencia de interactuar mediante tecnologías digitales, compartir información y contenidos mediante canales digitales, trabajando en equipo para los procesos colaborativos y para la creación y construcción común de recursos, conocimientos y contenidos. Lo cual, conlleva el que se conozcan las normas de conducta para la realización de intercomunicación en redes o en línea virtual, así como reconocer y aceptar la diversidad cultural y saber protegerse a sí mismo.

El 45.7% de los docentes, se dijeron ser competentes en la categoría Pensamiento crítico, Solución de problemas y Toma de decisiones, al identificar necesidades y recursos digitales y ser certeros al elegir las herramientas apropiadas al resolver problemas técnicos, asignando posibles soluciones en función de las necesidades detectadas, así como también adaptar las herramientas y evaluar de forma crítica las posibles soluciones.

La Creatividad e Innovación, es una categoría que en promedio el 46.08% refleja competencias tales como innovar utilizando las TIC, participando activamente en la producción colaborativamente a través de medios multimedia digitales para generar conocimiento y resolver problemas conceptuales creativamente.

En cuanto a la categoría Búsqueda y Tratamiento de Información, que involucra a competencias asociadas a la navegación para la búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital en red, poder expresarla organizadamente conforme a las necesidades de información, destacando lo relevante, gestionando distintas fuentes de información creando sus propias estrategias; en suma, reunir, comprender, procesar y evaluar fuentes de datos y en general contenido digital de forma crítica, características que el 68.81% de los docentes dijo poseer.

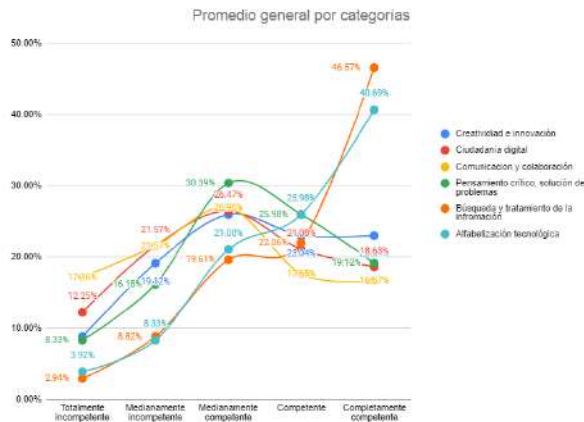
Implicarse con la sociedad mediante la participación en línea con el propósito de aprovechar las oportunidades tecnológicas para el empoderamiento y el autodesarrollo en los entornos digitales son características de competencias de la categoría Ciudadanía Digital, respecto de la cual los docentes entrevistados en promedio el 39.71% adujeron ser competentes en apego a las normas de comportamiento que se asumen al uso de las TIC.

De lo anterior, se identifican ciertas asimetrías, al comparar los promedios referentes a Alfabetización Tecnológica 65% y Creatividad e Innovación 46.08% ya que la segunda requiere de un aseguramiento previo de competencias de la primera categoría para el buen desempeño de acciones de la segunda, lo mismo ocurre al comparar el porcentaje 45.7% de la categoría Pensamiento Crítico, Solución de Problemas y Toma de Decisiones. Tales asimetrías ocurren sobre todo en la autopercepción de los docentes como completamente competentes, y se diluye cuando se asumen tan solo como competentes, como se puede apreciar claramente en la gráfica siguiente, en la cual como se muestra las variaciones son menores fluctuando en 8% (ver Gráfica 1).



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia
diversos métodos para la resolución, de modo tal que se pudiera llegar a una simplificación de mismo, con el fin de llegar a innovar una solución al problema y que de manera natural desarrollen el pensamiento computacional. (ver Figura 6, Figura 7, Figura 8)



Gráfica 1. Perfil de competencias digitales docentes.

Por lo anterior, puede inferirse que el Perfil de Competencias Docentes de los profesores, si bien en las categorías Ciudadanía Digital y Creatividad e Innovación; así como Pensamiento Crítico, Solución de problemas y Toma de decisiones superan el 50% en tanto las otras tienen valores promedio menores, por lo que puede valorarse de mediano o de regular a bueno el nivel de competencias en la autopercepción de los docentes, delineando un perfil que conforme a los resultados tanto promedio como de los elementos de competencia de cada categoría es susceptible de mejora.

Para el desarrollo de esto se planteó la creación del Taller Pensamiento Computacional y Creativo, cuyo objetivo fue impartir la capacitación a docentes para la comprensión de las competencias digitales a fin de desarrollar el pensamiento computacional de los alumnos en el aula. Con el propósito al momento de finalizar se planteó empoderar a los educandos de distintos niveles educativos en el desarrollo de las habilidades computacionales y en sus capacidades en la innovación y la creatividad.

Estructuración del programa de formación en pensamiento computacional y creativo

“El enfoque computacional se basa en ver el mundo como una serie de puzzles, a los que se puede romper en trozos más pequeños y resolver poco a poco a través de la lógica y el razonamiento deductivo” [10]

Desarrollo del pensamiento computacional en el aula

El taller se estructuró de tal manera que los docentes pudieran comprender las diferentes problemáticas que se les presentaron, para que de este modo ellos pudieran dividir el problema en diversas partes, las cuales deberían evaluar para la detección de posibles errores, de ese modo se reconocerían los



Figura 6. Taller Pensamiento Computacional y Creativo en Iguala, Gro.



Figura 7. Taller Pensamiento Computacional y Creativo en Chilpancingo, Gro



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Módulo 2. Pensamiento computacional: En este módulo el docente deberá poder incorporar el pensamiento computacional como un modelo pedagógico de aprendizaje el cual a través de la visión general de cómo se podrá abordar de forma más apropiada los problemas cotidianos, para su aplicación en el contexto diario para la formación de los estudiantes en las instituciones educativas.

El cual se a bordo de una manera introductoria conceptual para las ideas que hay detrás del pensamiento computacional y la aplicación en un contexto cotidiano, el cual podrá ser aplicado en la implementación del pensamiento computación de recursos educativos digitales tales como la hora del código, lightbot, scratch. (ver Figura 10)



Figura 8. Taller Pensamiento Computacional y Creativo en Acapulco, Gro.

Constitución de la formación de los módulos del programa de “Desarrollo del Pensamiento Computacional en el Aula”

Para la constitución del programa modular, se propuso el desarrollo de 4 módulos, los cuales se diseñaron a través de los resultados obtenidos del cuestionario de “Competencias Digitales Docentes”, de tal modo que fueran de utilidad para el desarrollo de diversas habilidades.

Módulo 1. Habilidades Digitales Docentes: En este primer módulo se presentó las habilidades que permitan el análisis de los temas relacionados a los retos que se afrontan en la educación del siglo XXI para incorporar prácticas innovadoras en los procesos de enseñanza aprendizaje por medio del desarrollo del pensamiento computacional en el aula, para el desarrollo de las habilidades para analizar y reflexionar el papel del docente, para lo cual se realizará la identificación de las habilidades digitales docentes las cuales son necesarias para innovar pedagógicamente y tecnológicamente en el aula. (ver Figura 9).



Figura 9. Estructura del Módulo 1, “Desarrollo del Pensamiento Computacional en el Aula”



Figura 10. Estructura del Módulo 2, del programa de programa de “Desarrollo del Pensamiento Computacional en el Aula”

Módulo 3. Pensamiento creativo: El tercer módulo incorporó una introducción a los principios de la programación con Scratch, la cual se llevó a cabo a través de ejemplos prácticos los cuales permitieron conocer los fundamentos básicos de diversos lenguajes de programación y de la herramienta Scratch.

Esto es a bordo de una manera sencilla y amena en la que las principales ideas las cuales se desplegaron en las investigaciones recientes de los temas de inteligencia, pensamiento y creatividad. (ver Figura 11)



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 11. Estructura del Módulo 3, “Desarrollo del Pensamiento Computacional en el Aula.”



Figura 12. Estructura del Módulo 4, “Desarrollo del Pensamiento Computacional en el Aula”

Módulo 4. Estrategias didácticas STEAM: En el último módulo se les pidió diseñar estrategias de aprendizaje integradoras a través de las habilidades STEAM, las cuales son necesarias para desarrollar proyectos de acuerdo con los contextos educativos por medio de Makey Makey + Scratch y la realidad aumentada. Se decidió incluir Makey Makey en la estrategia STEAM ya que la versión 3.0 de Scratch cuenta con una extensión que habilita bloques a Scratch permitiendo que las creaciones de programación interactúen con una extensión del mundo físico desarrollando su creatividad. MaKey MaKey es una placa de circuito impreso con un microcontrolador ATmega32u4 que ejecuta el firmware de Arduino Leonardo. Utiliza el protocolo de dispositivos de interfaz humana (HID) para comunicarse con la computadora, y puede enviar pulsaciones de teclas, clics del mouse y movimientos. Para detectar un circuito cerrado en los pines de entrada digital, usa switches de alta resistencia para que sea posible cerrar un interruptor incluso a través de materiales como la piel, hojas, líquidos y play-doh.

De este modo la implementación del taller se tornó de carácter innovador y fuera de lo tradicional, haciendo despertar el interés por parte de los participantes, quienes a su vez usarán la capacitación en competencias digitales docentes y dar un seguimiento a esta formación digital, para su aplicación en sus respectivos planes educativos, a lo cual para permitir despertar y potenciar la creatividad de los estudiantes. (ver Figura 12)

Implementación del programa de profesionalización online para la formación de profesores en competencias digitales para el desarrollo del pensamiento computacional en el aula

Para poder influir los temas de innovación educativa y prácticas académicas, se decidió implementar la impartición en eventos estatales, nacionales e internacionales en formato de taller, conferencia digital y demostración para la investigadores, directivos, docentes, estudiantes y padres de familia, en distintas instituciones educativas de varios niveles educativos, pensado este fin se decidió crear un recurso educativo dirigido a modalidad virtual desarrollado a la estrategia didáctica en el aula a través del pensamiento computacional.

Manual “Desarrollo de estrategias didácticas en el aula a través del pensamiento computacional”

El manual, expone procedimientos, para el uso adecuado y correcto para la integración del MAKEY MAKEY + SCRATCH, de modo que se pueda describir y orientar hacia la aplicación tecnológica y pedagógica, para este medio se basó en la aplicación del pensamiento computacional por medio del desarrollo de las habilidades STEAM, a través de la programación, electrónica, gamificación y las ciencias aplicadas.

Se explican los diferentes procedimientos, para hacer implementar el LABORATORIO MÓVIL MAKEY MAKEY + SCRATCH en su contexto educativo, además de describir y orientar para poder realizar un aplicación tecnológica y pedagógica.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Para la implementación del laboratorio se propusieron 11 rasgos necesarios para desarrollar el perfil de egreso para los estudiantes de educación básica, los cuales fueron: (ver Figura 13)

- Lenguaje y comunicación
- Pensamiento matemático
- Exploración y comprensión del mundo natural y social
- Pensamiento crítico y solución de problemas
- Habilidades socioemocionales y proyecto de vida
- Colaboración y trabajo en equipo
- Convivencia y ciudadanía
- Apreciación y expresión artísticas
- Atención al cuerpo y la salud
- Cuidado del medio ambiente
- Habilidades digitales



Figura 13. Portada del Manual “Desarrollo de estrategias didácticas en el aula a través del pensamiento computacional”

RESULTADOS

Durante el taller se implementaron estrategias dinámicas las cuales consistían que el trabajo del docente, el cual sirve para estimular las habilidades STEAM, de modo tal que cada uno pudiese participar de manera proactiva, de tal que el taller fuese

más interactivo, tomando en cuenta que las actividades no se centraron en un solo un nivel educativo, ya que hay docentes de los diferentes niveles.

Se observó que al momento de cambiar la dinámica en la realización de las actividades se les llamó más el interés en la participación, siguiendo con las dinámicas se les pidió reunirse en equipos, en los cuales ellos deberán realizar una serie de actividades de manera colaborativa, y para finalizar las actividades se les pidió realizar un prototipo de robot el cual realizará la tarea de dibujar un círculo, sin ayuda.

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos al finalizar el taller, debemos tener una perspectiva de cuantos, y en qué nivel educativo son los docentes, para observar la asimilación de las habilidades comprendidas en las actividades realizadas en el taller. (ver Tabla 2)

Tabla 2. Resultados del instrumento de satisfacción del taller “Pensamiento computacional y creativo” por región.

SEDE	Respuestas	Nivel de Satisfacción %		
		Insatisfecho	Neutral	Satisfecho
Iguala	50	10%	6%	84%
Chilpancingo	47	21.1%	4.2%	74.6%
Acapulco	71	14.9%	0%	85.1%
Total	168			

Continuando con nuestro análisis, debemos saber que tan comprensivo fue el taller para los docentes participantes, esto para que en futuros talleres y realizar cambios para la adaptación en ellos. (ver Tabla 3)

Tabla 3. Nivel de comprensión del taller por zona del taller.

SEDE	Nivel de comprensión del taller %				
	1	2	3	4	5
Iguala	0%	0%	6%	18%	76%
Chilpancingo	0	0	1.4%	27.1%	71.4%
Acapulco	0%	0%	0%	25.5%	74.5%

La tabla es medida de 1 a 5, donde 1 es tomado como insatisfecho, mientras que 5 es satisfecho, tomando esto en cuenta



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

denotamos que la mayoría de los encuestados quedó satisfecho con la explicación del taller.

Tenemos que observar si los docentes participantes fueron capaces de comprender el lenguaje y términos utilizados por el tallerista, conforme a los temas que fueron expuestos. (ver Tabla 4)

Tabla 4. Comprensión del tallerista, en la explicación del taller

SEDE	Nivel de comprensión del lenguaje del tallerista %				
	1	2	3	4	5
Iguala	2%	0%	2%	22%	74%
Chilpancingo	0%	0%	7%	33.8%	59.2%
Acapulco	0%	10.6%	10.6%	17%	61.7%

Siguiendo el proceso de evaluación tenemos en cuenta que 1 lo podemos interpretar como muy difícil, mientras que 5 es considerado como muy fácil, bajo este criterio podemos observar que la mayoría denoto que el lenguaje y la terminología del tallerista fue muy fácil de entender. Y como último factor de estudio de resultados se les cuestionó si les gustaría tomar un DIPLOMADO INTERNACIONAL, relacionado al pensamiento computacional. (ver Tabla 5)

Tabla 5. Interés en un Diplomado internacional, relacionado al pensamiento computacional

SEDE	Interés en un Diplomado Internacional %	
	Si	No
Iguala	94%	6%
Chilpancingo	89.4%	10.6%
Acapulco	93%	7%

Denotamos como resultado que el interés por realizar un diplomado relacionado al pensamiento computacional, generó un interés entre los docentes de los diferentes niveles educativos.

CONCLUSIONES

En relación a lo expuesto a lo largo de este artículo al hacer la comparación de los resultados obtenidos en el instrumento diseñado para entrevistar e identificar el perfil que tiene cada uno de los docentes involucrados en cada sede donde se aplicó el instrumento, se puede apreciar el interés que se tiene en referencia a la actualización de los métodos de enseñanza enfocada al pensamiento computacional como una estrategia educativa en donde buscamos la innovación e incorporación de las tecnologías emergentes en la práctica docente, las que permitan el desarrollo

computacional, matemático y creativo, enfocado en los diferentes niveles educativos, principalmente desde la infancia. Esto permitirá que los alumnos adquieran las capacidades y habilidades, las cuales permitan un mejor desarrollo en cuanto al uso de la metodología STEAM y puedan aplicarlas en la solución de problemas que se les presenta a lo largo de su vida cotidiana y laboral a futuro.

De este modo la implementación del programa de formación en el desarrollo del pensamiento computacional, que en su primera instancia fue dirigida a los docentes del estado de Guerrero, se centró en impulsar el PC y creativo, para el desarrollo de estrategias didácticas en su contexto tecnológico y educativo, además de impulsar habilidades interdisciplinarias STEAM.

La propuesta del diplomado en pensamiento creativo y computacional para docentes, no requiere de conocimientos de programación, ya que se desarrollarán de manera transversal en los módulos del diplomado a través de proyectos integradores que los docentes desarrollan de acuerdo a su perfil y contexto educativo, sin embargo resulta muy interesante el estudio de competencias digitales docentes que se aplicó ya que permite identificar que se debe de capacitar a los docentes del Estado de Guerrero a través de este tipo de formación continua.

Para que las Instituciones Educativas puedan fomentar el pensamiento computacional y creativo en todos los niveles educativos se requiere de diseñar una formación continua dirigida a docentes de diferentes niveles educativos para desarrollar la habilidad de diseñar estrategias didácticas en el aula, en las cuales considere el PC en proyectos integradores enfocados a situaciones problemáticas en el contexto educativo y social de los estudiantes. Es importante tener aliados estratégicos como son los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología ya que a través de las caravanas de la ciencia y la semana nacional de ciencia y tecnología podemos difundir y divulgar a la sociedad en general las ventajas del desarrollo del pensamiento computacional desde la infancia.

Actualmente el proyecto interinstitucional del diseño de un laboratorio de realidades mixtas en las áreas de: lingüística, bioquímica y matemáticas como un espacio de creación e innovación de aprendizaje a nivel nacional e internacional se encuentra en la fase de integración y capacitación del equipo interdisciplinar formado por expertos en contenidos, programadores, desarrolladores, diseñadores instruccionales y diseñadores gráficos para el diseño del “Laboratorio Interinstitucional de Realidad Mixta” (LIRM) que permita compartir a la comunidad académica y sociedad interesada descargar los prototipos diseñados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento de la Secretaría de Educación Pública (SEP) por el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior PADES 2019-03-0723, el Programa de Fortalecimiento a la Excelencia Académica (PROFEEXE 2015) y apoyo de investigadores de cuerpos académicos. Al Consejo



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). por el financiamiento del proyecto Ciencia de Frontera 2019/840810.

REFERENCIAS

- [1] CONACYT (2020). Publicación de Resultados Convocatoria Ciencia de Frontera 2019. Pag. 12. Obtenido 10, 2020, de <https://1bestlinks.net/tokng>
- [2] Consorcio Red de Educación a Distancia (<http://www.cread.org>)
- [3] Fundación de Desarrollo Educacional para la Innovación Cruzando (<https://fundacioncruzando.org>)
- [4] INTEF (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente – Septiembre 2017. Obtenido 10, 2020, de <https://1bestlinks.net/FY71V>
- [5] Marmolejo-Valle JE, Alarcón-Ávila PE, Campos-Salgado V. (2019). Desarrollo de estrategias didácticas en el aula a través del pensamiento computacional. Makey Makey + Scratch 2019. Proyecto realizado con financiamiento de la Secretaría de Educación Pública-Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria.
- [6] Basogain Olabe, X., Olabe Basogain, M. Ángel, & Olabe Basogain, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. Revista De Educación a Distancia (RED), (46). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/240011>
- [7] Jeannette M. Wing. 2006. Pensamiento computacional. Común. ACM 49, 3 (marzo de 2006), 33–35. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- [6] SEGURA, Jordi Adell, et al. El debate sobre el pensamiento computacional en educación. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 2019, vol. 22, núm. 1, p. 171-186. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10234/189983>
- [8] Serrano, M. T. E. (2004). Creatividad: definiciones, antecedentes y aportaciones. Recuperado a partir de <http://www.ru.tic.unam.mx:8080/handle/123456789/693>
- [8] Urbina, V. M. P. (2003). La inteligencia y el pensamiento creativo: aportes históricos en la educación. Revista Educación, 27(1), 17-26. Recuperado a partir de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/3803>
- [9] Torrance, E. Paul. Educación y capacidad creativa. Trad. Piqué, Jorge. Ediciones Morova, S.L. Madrid, España. 1977.
- [10] Raja, T. (2014). We can code it!. <http://www.motherjones.com/media/2014/06/computer-science-programming-code-diversity-sexism-education>.



***XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021***

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Diseño de experiencia de usuario en realidad virtual para Mindfulness guiado por la metodología ARV3D

Laura Sofia Moreno Sánchez
Universidad de San Buenaventura,
Bogotá.
lsmorenos@academia.usbbog.edu.co

Juanita Ochoa Escobar
Universidad de San Buenaventura,
Bogotá.
jochoae@academia.usbbog.edu.co

Christian Orlando Benavides Erazo
Universidad de San Buenaventura,
Bogotá.
cbenavides@usbbog.edu.co

RESUMEN

Mindfulness es un estado de conciencia en la cual un individuo se centra en el momento presente, y está abierto a cualquier cosa del futuro, atento a las diferencias, sensible al contexto y consciente de múltiples perspectivas. El estado del arte ha demostrado la relación positiva entre mindfulness y la reducción del estrés y la ansiedad o el aumento en la atención y la memoria. Sin embargo, es una técnica que requiere de mucho tiempo aprenderla y muchas veces se cae en la frustración y el olvido de la práctica. Varios estudios prueban la relación de la realidad virtual como alternativa a este modelo consciente de meditación, por ahora con evaluaciones subjetivas soportadas en cuestionarios dan buena respuesta frente a los usuarios, sin embargo, siguen siendo de adaptación lenta. Teniendo en cuenta este contexto, este documento como apoyo al estado del arte, busca diseñar sobre una metodología de 3D User Interfaces un ambiente controlado y propicio en realidad virtual soportado en mindfulness y neurofeedback como medio de interacción virtual, que permita acelerar los estados de concentración con el control consciente del cuerpo, con el fin de validar la reducción del estrés y ansiedad en un escenario de prueba relacionado con la pre-terapia psicológica.

ABSTRACT

Mindfulness is a consciousness state in which an individual is focused on the present moment, and she/he is open to anything in the future, attentive to differences, sensitive to context, and aware of multiple perspectives. The state of the art has shown the positive relationship between mindfulness, stress reduction, and anxiety or the increase in attention and memory. However, this technique

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

takes a long time to learn but many times it is possible to fall into frustration and forget about the practice. Several studies prove the relationship of virtual reality as an alternative to this conscious meditation model. Now, these alternatives have subjective evaluations supported in questionnaires and they give positive responses by users, however, they are still slow adaptation. Taking into account this context, this document, supporting the state of the art, seeks to design the prototype of virtual reality environment, which will be adapted by a methodology of 3D User Interfaces supported by mindfulness and neurofeedback as a virtual interaction device, which allows accelerating the concentration states with the conscious control of the body, in order to validate the reduction of stress and anxiety, all of them in a test scenario related to psychological pre-therapy.

Categorías y Descriptores Temáticos

Computing methodologies ~ Computer graphics ~ Graphics systems and interfaces ~ Virtual reality

Términos Generales

Realidad Virtual, diseño 3D, programación.

Palabras clave

Atención plena, relajación, realidad virtual, revisión por pares, meditación formal, modelado 3D.

Keywords

Mindfulness, relaxing, virtual reality, Peer Review, formal meditation, 3D model.

INTRODUCCIÓN

Las situaciones estresantes de todos los días llevan a las personas a sentirse preocupadas por lo que ocurrió o no ha ocurrido, y en un alto grado conduce a un estado de olvido, descuido y aislamiento, reaccionando de manera automática y desadaptativa dentro de la sociedad. Este tipo de trastornos deben ser tratados por un profesional (psicólogo, psiquiatra y/o terapeuta) con distintas terapias, una de las técnicas de introducción del paciente al proceso terapéutico es el Mindfulness.

El mindfulness es la capacidad de “prestar atención de manera consciente a la experiencia del momento presente con interés, curiosidad y aceptación.” [1] Es utilizado generalmente para tratar el estrés, distrés, ansiedad, depresión, aumentar la conciencia, reducir los síntomas físicos y psicológicos asociados al estrés y



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

mejorar el bienestar general. Consiste en ser conscientes del ahora, poniendo atención a los pensamientos propios, emociones, respiración o al ambiente que rodea a la persona, esto se puede hacer mediante la meditación guiada o propia y/o por ejercicios prácticos.

Sin embargo, a la hora de aplicar esta técnica en consulta, al profesional se le puede obstaculizar el tratamiento del paciente, dado a que los eventos estresantes en los pacientes dificulta entrar al estado de atención plena (Mindfulness), porque es necesario hacer uso de propia imaginación y las personas que están en este proceso tienden a pensar mucho en lo que van a vivir o en las acciones que ya vivieron imposibilitándoles vivir el presente.[1] Por lo tanto, apoyar un tratamiento en esta técnica puede ser costoso en tiempo y dinero.

Aproximaciones actuales ponen a la RV como una herramienta de adaptación, sin embargo, su aplicabilidad aún es lenta, aunque se valida por diferentes autores que es útil y eficiente. Adicional a esto son muy pocos los desarrollos formales y descriptivos del proceso junto con sus pruebas.

Gracias a este contexto se propone en este artículo el desarrollo de una alternativa de mindfulness por RV con soporte en neurofeedback como dispositivo de interacción haciendo el cuerpo una herramienta propia en el proceso de concentración. Para el diseño provisto se presenta la metodología ARV3D (Metodología de diseño de realidad virtual adaptativa soportada en diseño de experiencia en 3d) la cual fue creada desde este proyecto y guía la conclusión viable del diseño.

METODOLOGÍA ARV3D

La realidad virtual es un campo amplio que integra muchas disciplinas y está enfocada para resolver los problemas específicos de una disciplina (comúnmente para el apoyo en el aprendizaje o la calidad de vida de las personas), actualmente las metodologías para lograr el objetivo del diseño de un ambiente de realidad virtual son escasos y genéricos [2], muchos de ellos provistos de las particularidad del desarrollo de los videojuegos, es así que estas metodologías se centran más en el producto de desarrollo que en el resultado primario de la práctica de la ciencia o área que lo necesita, esto hace que muchos productos de realidad virtual no sean comerciales ya que no se adaptan a la disciplina de control y el rediseño puede conllevar un costo alto de tiempo y dinero.

Es así, que como una apuesta al desarrollo del estado del arte se presenta la propuesta de metodología centrada en el usuario denominada ARV3D (Metodología de Diseño realidad virtual adaptativa soportado en 3D UI), así como se observa en la figura 1, la metodología apoya el desarrollo evolutivo del diseño, sobre la evaluación por pares (generalmente de la disciplina de control) y conecta el estado prototipado y el estado cognitivo del diseño que da como resultado un diseño viable de ambiente de realidad virtual.

Estado prototipado

Se reconoce este estado como la validación del concepto teórico sobre el estado del arte, el análisis concluye en dos grandes fases, la selección de los mecanismos y protocolos de evaluación de la disciplina destino y los mecanismos de evaluación propios de la realidad virtual, en la cual se espera una elección consciente sobre variables de control conexas. Esta primera definición pasa su primer filtro por una evaluación de control de expertos de la disciplina, aquí se esperan al menos 3 jueces para llegar a una conclusión, el resultado provee sobre los elementos de evaluación la definición de los objetos gráficos del mundo que seguirán atados a recomendaciones del estado del arte. La integración final en un solo ambiente de los objetos propicios para el desarrollo genera el estado prototipado del diseño.

Estado cognitivo

Este estado precede a un prototipo de alto nivel (bocetos de control), aquí la ayuda de técnicas tempranas de experiencia de usuario aceptadas para RV generarán la confianza en el desarrollo, debido a cierta madurez de las técnicas sobre el estado del arte se recomienda el uso de la ley de Fittz, SAGAT y pruebas de sobrecarga. Gracias al índice de complejidad establecido por estas técnicas de nuevo con soporte el estado del arte se puede validar el medio de interacción. El resultado prevé un mundo adaptado a las limitaciones de la tecnología. Sobre este prototipo primario se seleccionan e implementan técnicas de interacción para interfaces 3D, con las cuales es posible generar una evaluación de recorrido cognitivo formalizado bajo un diseño a alto nivel del mundo de RV en paper-prototyping. Esta evaluación da paso a la creación formal del Storyboard el cual como reto final antes del desarrollo pasa a una evaluación por jueces de al menos 10. La conclusión definirá el paso al desarrollo virtual.

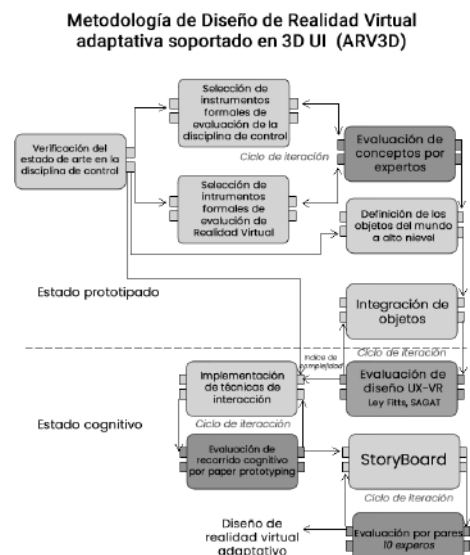


Figura 1. Metodología de diseño realidad virtual adaptativa soportada en 3D UI.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Cabe señalar que metodología presenta interacciones bajo cada proceso de evaluación, índice de completitud de la prueba y aceptación debe estar sobre el 80%, el restante se mejora en el tiempo y genera flexibilidad para cumplir con las metas temporales de entrega del proyecto.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Para comenzar todo el trabajo se verificó el estado del arte en la disciplina de control realizando una búsqueda sistemática intensiva de diferentes proyectos que también hubieran realizado un escenario en realidad virtual con fines psicológicos, en este caso, se hizo la investigación de 19 artículos, en los cuales se tuvieron en cuenta la descripción, diseño y desarrollo de los escenarios usados en esos proyectos. [3]

Se continuó con los siguientes dos pasos que son selección de instrumentos formales de evaluación de la disciplina de control y la selección de instrumentos formales de evaluación de realidad virtual, mediante una comparación de los cuestionarios usados antes y después de la experiencia de la realidad virtual, en los artículos mencionados anteriormente. Dentro de estos contamos con seis protocolos que han sido utilizados en Colombia, estos protocolos se dividen en tres partes fundamentales de la evaluación, la primera es a la hora de seleccionar a los participantes, donde es necesario llenar un consentimiento informado y un cuestionario sociodemográfico.

La segunda parte es antes y después de la experiencia con RV, aquí es necesario llenar tres cuestionarios, SAGAT examen atención plena, state-trait anxiety inventory y el último es simulator sickness questionnaire.

Finalmente, la última parte, es después de realizar toda la experiencia en donde se llenará un cuestionario de utilidad de la realidad virtual. Todo esto con la supervisión y aprobación de expertos en el área. Véase Tabla 1.

Tabla 1. Cuestionarios seleccionados para evaluar la disciplina de control y la realidad virtual.

Cuestionario	Fuente
<i>Consentimiento Informado.</i> Es para obtener validación de que el participante sabe de qué se trata la prueba y accede al tratamiento de datos.	Propio
<i>Variables sociodemográficas.</i> Es para obtener información como la edad, género, lugar de nacimiento, estatus marital, laboral, área de estudio, nivel educativo, etc.	Propio

Cuestionario	Fuente
<i>Ansiedad.</i> Es para conocer los niveles de ansiedad, tiene 40 enunciados, 20 para el momento actual y 20 para un sentimiento general.	Versión en español de State-Trait Anxiety Inventory
<i>Estado de atención plena.</i> Para evaluar el estado de conciencia en tres distintos niveles.	Versión en español de Situation Awareness Global Assessment Technique
<i>Utilidad de RV.</i> Es para evaluar qué tan útil fue la RV para la práctica de mindfulness.	Propio
<i>Síntomas de enfermedad.</i> Es para determinar si durante la práctica se presentó algún síntoma de enfermedad como mareo, náuseas, fatiga, etc.	Simulator Sickness Questionnaire

Al finalizar los pasos anteriores, se concluyó que el escenario debe ser un escenario natural, con un clima templado, entre primavera y verano, debe contener cuerpos de agua, árboles, piedras y senderos verdes que vayan acorde a un ambiente de relajación. [4][5].

Tras tener bases concretas de un escenario adecuado, se empezó a buscar referencias visuales para la creación del mundo virtual de este proyecto. (Véase la figura 2).



Figura 2. Imágenes de referencia para el entorno virtual a desarrollar. [6] [7]

Con ayuda de estas referencias, se inició el quinto paso que es la definición de los objetos del mundo a alto nivel, en donde se acordó que el mundo a realizar está situado en un ambiente primavera-verano como se lo dictaban las bases principales; este escenario tiene en su centro una base hexagonal hecha de piedra con una mándala grabada en su parte superior, debajo de esta, se encuentra



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

el prado verde con árboles de hojas verdes y en sus laterales se encuentran dos árboles de una altura mediana con hojas rosadas y ramas que van en dirección a la piedra hexagonal, enfrente de ella se encuentra un lago con aguas cristalinas de poca profundidad en el cual flores medianas de color rosa pálido y con forma de flor de loto flotan en él; al frente del lago se encuentran montañas y árboles de diferentes alturas, grosores y hojas verdes, su cielo se caracteriza por tener un color azul y nubes blancas.[8]

Luego de tener claro la descripción del mundo, se realizó la integración de los objetos primero en un boceto (Figura 3), y luego en cuatro vistas diferentes donde cada una de estas vistas se dividían una a color, otra a blanco y negro con sus indicaciones del viento, luces, movimientos máximos del personaje y elevación máxima del mismo.

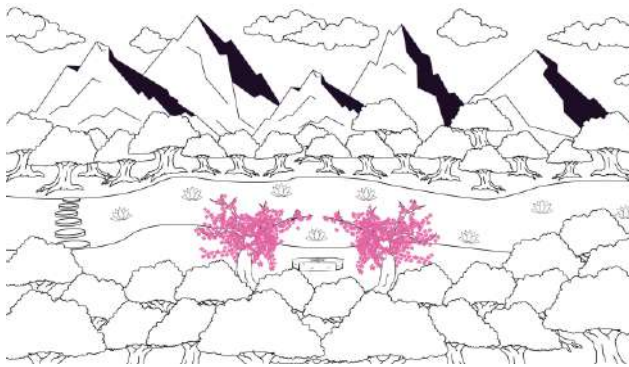


Figura 3. Bocetos de la integración de los objetos del mundo.

Las vistas realizadas fueron una perspectiva frontal, trasera, una perspectiva en primera persona como se ve en las Figuras 4,5 y 6.

Adicionalmente se crearon imágenes que ayudarían a la comprensión de los posibles movimientos del usuario y del ambiente teniendo en cuenta que el cilindro o cápsula rosada representa al avatar. Véase figura 7.



Figura 4. Vista frontal del escenario a color.



Figura 5. Vista trasera del escenario a color.

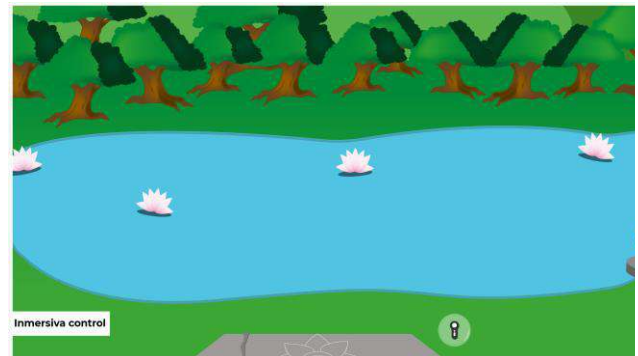


Figura 6. Vista en primera persona del escenario con ayuda y documentación del control.

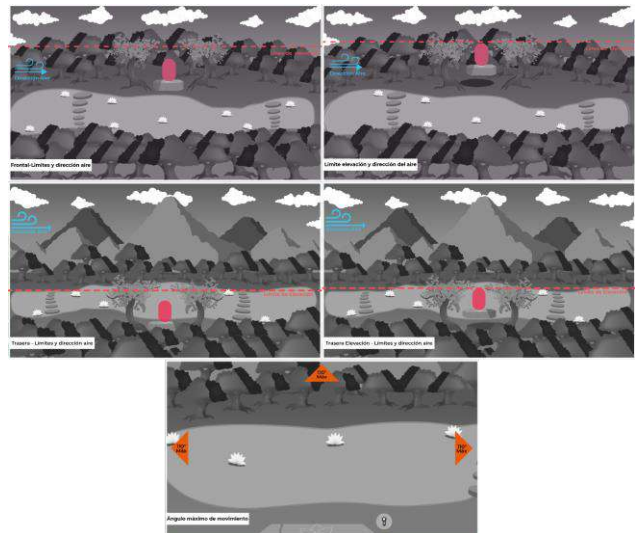


Figura 7. Imágenes de ayuda para la comprensión de los movimientos del usuario y el ambiente.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

El resultado de técnicas de interacción es el menú en el centro de la pantalla como una ventana emergente con los botones que activan las distintas interacciones con el ambiente. Véase en la figura 8.



Figura 8. Vista en primera persona del menú interactivo.

Adicionalmente, dentro de las técnicas de interacción, se tiene presente la herramienta EMOTIV, que es un hardware inalámbrico que lee las señales eléctricas cerebrales, cuenta con 16 electrodos siendo dos de ellos de referencia; esta herramienta permite entregar una señal de actividad cerebral a un software en específico que procesa, monitorea y visualiza la misma.

Está encargada de la levitación del personaje de acuerdo a ondas cerebrales obtenidas, estas ondas cerebrales deben estar entre una frecuencia de 8 Hz a 30 Hz, que demostrarán los niveles de relajación y atención plena del usuario. Concluyendo así las técnicas de interacción.

Para agrupar todas las imágenes anteriormente presentadas y las imágenes adicionales de sus límites se acomodaron en un formato de storyboard para facilitar la visualización y descripción de todas ellas, teniendo así el penúltimo paso de la metodología. Véase figura 9.

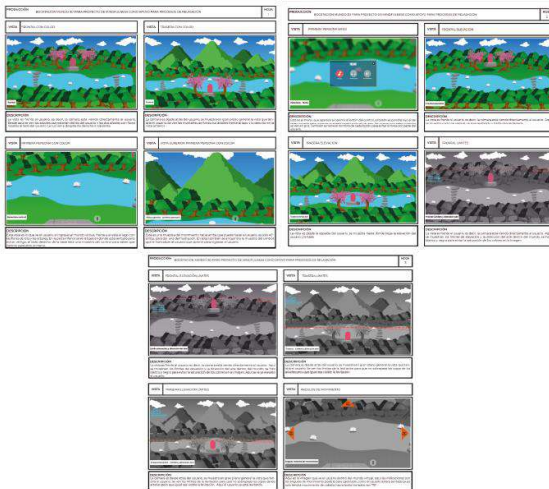


Figura 9. Vista del Storyboard.

En todo este proceso se tuvo la participación activa de dos psicólogos uno especializado en mindfulness y otro con experiencia en realidad virtual, ambos dando una retroalimentación adecuada tanto del escenario como de la investigación previa hasta lograr un acuerdo entre ellos y el proyecto que se está desarrollando, para así empezar el proceso de revisión por pares. [9]

Para la validación de pares se establecieron dos categorías principales, la primera es *coherencia* que hace referencia a la relación que existe entre el objetivo del aplicativo y la representación visual del mismo, y la segunda es *usabilidad* que hace alusión a la interacción eficaz y satisfactoria de un usuario, en específico, con un producto en un entorno establecido; con 5 y 6 preguntas respectivamente. Cada pregunta solo tiene la posibilidad de responder si es funcional o no funcional, y con la posibilidad de realizar sugerencias y observaciones.

De modo complementario, se crearon dos documentos extra para ayudar con la evaluación; siendo el primero uno descriptivo del proyecto y del aplicativo, en él se tienen en cuenta los siguientes ítems, objetivo del aplicativo, objetivo del proyecto, descripción del aplicativo, descripción del mundo virtual y revisión bibliográfica.

El segundo documento contiene el formato de validación del instrumento, en donde se pide la información del juez, se explica brevemente el objetivo que se quiere con la evaluación de expertos, se plantean las categorías ya descritas, y finalmente la plantilla en donde se dará respuesta a cada uno de los ítems. [10]

Tras aplicar la evaluación por pares se verifica una aceptabilidad del producto en un 92%, dejando claro algunos puntos débiles, en la navegación y en el reconocimiento de algunos objetos gráficos, esto permite mejorar la metodología y se está en evaluación de la implementación de pruebas de túnel y de morfología.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo de este proyecto aún en una etapa de diseño permite mostrar la pertinencia de la metodología ARV3D propuesta como parte del desarrollo para este trabajo, además se reconoce que amplía el campo de las metodologías genéricas de desarrollo y provee un espacio centrado en el usuario que es flexible y con un costo bajo de implementación e intensiva en su modelo de indagación que se reconoce durante el diseño para Mindfulness ya que:

- Se hace necesario realizar una investigación intensiva en distintas bases de datos y de diferentes autores con el mismo o semejante objetivo para poder encontrar las características promedio de un entorno virtual para estos ambientes psicológicos.
- El tener una retroalimentación continua de psicólogos durante cada pieza del diseño, avalar constantemente si los criterios que se tienen en cuenta son los correctos para el proyecto, para así obtener una ventaja y satisfacción con el producto. Se verificó que no era necesario un volumen alto de personal especializado para la evaluación, el modelo adapta la interacción a partir de



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

esos ciclos constantes y límites de movimiento entre fases.

- Con esto se obtuvo un escenario satisfactorio que se adecua al contexto psicológico que se desea tratar por medio del mindfulness

La siguiente etapa contempla la fase de implementación centrada en el contexto de la disciplina, que con los marcadores de interacción que se han logrado se postula la arquitectura de la figura 10 que de modo similar su integración será enfocada en la verificación estadística y cognitiva de la población, esto garantiza para próximas de este proyecto la viabilidad del desarrollo..

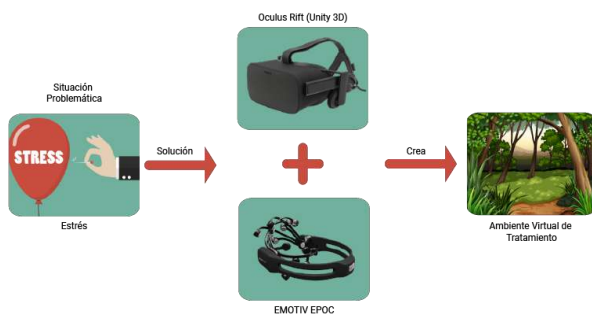


Figura 10. Implementación centrada en el contexto

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo científico de psicología Darío Nieto y Paulo Dillon, por proveer espacios para la validación sobre criterios psicológicos a tener en cuenta y guiar el desarrollo por el estado del arte para poder llegar a una construcción del proyecto más acertada.

REFERENCIAS

- [1] "¿Qué es Mindfulness?", *Sociedad Mindfulness y Salud*. [Online]. Available: <https://www.mindfulness-salud.org/mindfulness/que-es-mindfulness/>. [Accessed: 25-Feb- 2021].
- [2] V. Tanriverdi and R. Jacob, "VRID: A Design Model and Methodology for Developing Virtual Reality Interfaces", *Cs.tufts.edu*, 2021. [Online]. Available: <https://www.cs.tufts.edu/~jacob/papers/vrst01.tanriverdi.pdf>. [Accessed: 08- abr- 2021].
- [3] L. Moreno Sanchez and J. Ochoa Escobar, "Matriz VR Mindfulness", 2021. [Online]. Available: https://academiausbbogedu-my.sharepoint.com/:x/g/personal/jochoae_academia_usbbog_edu_co/EdoZ-

7JZe8hCmyuH4QWWHBYBVXGiagUszDVt0xQoYMfIZQ ?e=kjJAao. [Accessed: 05- Jun- 2021].

- [4] I. Kosunen, M. Salminen, A. Ruonala and S. Javarela, "RelaWorld: Neuroadaptive and Immersive Virtual Reality Meditation System", *ResearchGate*, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/301635964_RelaWorld_Neuroadaptive_and_Immersive_Virtual_Reality_Meditation_System. [Accessed: 02- Jun- 2021].
- [5] M. Costa, D. Bergen-Cico, T. Grant and R. Herrero, "Nature Inspired Scenes for Guided Mindfulness Training: Presence, Perceived Restorativeness and Meditation Depth", *ResearchGate*, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/334371718_Nature_Inspired_Scenes_for_Guided_Mindfulness_Training_Presence_Perceived_Restorativeness_and_Meditation_Depth. [Accessed: 02- Jun- 2021].
- [6] K. Damen and E. van der Spek, "Virtual Reality as e-Mental Health to Support Starting with Mindfulness-Based Cognitive Therapy", 2018. [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/1a476iEGwjWB6H9GbJyLOXuvzVhee-6FQ/view?usp=sharing>. [Accessed: 02- Jun- 2021].
- [7] E. Seabrook, R. Kelly, F. Foley and S. Theiler, "Understanding How Virtual Reality Can Support Mindfulness Practice: Mixed Methods Study", *ResearchGate*, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/338282969_Understanding_How_Virtual_Reality_Can_Support_Mindfulness_Practice_Mixed_Methods_Study. [Accessed: 02- Jun- 2021].
- [8] M. Miller, D. Mistry, R. Jetly and P. Frewen, "Meditating in Virtual Reality 2: Phenomenology of Vividness, Egocentricity and Absorption-Immersion", *Google Docs*, 2021. [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/1_XLhAQcSIqLBWJLjlrRqK5Zfq7TS8IL8/view?usp=sharing. [Accessed: 03- Jun- 2021].
- [9] J. Escobar-Pérez and A. Cuervo Martínez, "Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización", *ResearchGate*, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion. [Accessed: 24- Jun- 2021].
- [10] L. Moreno Sanchez and J. Ochoa, "Formato de validación del instrumento mindfulness.pdf", *Google Docs*, 2021. [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/1SZ_OoXp88dPif_OqMtFqGBrbNBRBzK68/view?usp=sharing. [Accessed: 29- Jun- 2021].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Identificación de gestos realizados por la mano utilizando una gramática libre de contexto

Ing. Humbertino Avilez Carpintero
TecNM/ CENIDET
humbertino.avilez@cenidet.edu.mx

Dr. Máximo López Sánchez
TecNM/ CENIDET
maximo.ls@cenidet.tecnm.mx

Dr. Juan Gabriel González
Serna
TecNM/ CENIDET
gabriel.gs@cenidet.tecnm.mx

Dr. Dante Mújica Vargas
TecNM/ CENIDET
dante.mv@cenidet.tecnm.mx

Dr. Noé Alejandro Castro Sánchez
TecNM/ CENIDET
noe.cs@cenidet.tecnm.mx

RESUMEN

Las gramáticas son un conjunto de reglas que se deben seguir para dar sentido y estructura a un determinado lenguaje. Existen diferentes tipos de gramáticas según la jerarquía de Chomsky, utilizándose la que exprese mejor el lenguaje que se quiere representar. En este artículo se hace uso de una gramática formal libre de contexto, la que comúnmente se utiliza cuando se expresan lenguajes de programación. El propósito de utilizar esta gramática, es para dar sentido a un conjunto de atributos obtenidos de un proceso de transformación de datos obtenidos de un sensor de profundidad, y así poder facilitar la continuación de un proceso de generación de código. Esta generación de código se enfocaría en la descripción del comportamiento estático, que está teniendo una pose de mano capturada por el sensor de profundidad.

ABSTRACT

Grammars are a set of rules that must be followed to give meaning and structure to a certain language. There are different types of grammars according to the Chomsky hierarchy, using the one that best expresses the language to be represented. This article makes use of a formal context-free grammar, which is commonly used when expressed in programming languages. The purpose of using this grammar is to make sense of a set of attributes obtained from a

data transformation process obtained from a depth sensor, and thus be able to facilitate the continuation of a code generation process. This code generation would focus on the description of the static behavior, which is having a hand pose captured by the depth sensor.

Categorías y Descriptores Temáticos

Ing. de Software--Ciencia e Ingeniería de la Computación

Términos Generales

Gramáticas formales, reconocimiento de gestos, generación de código

Palabras clave

Gramática, generación, código, gestos, detección

Keywords

Grammar, generation, code, gestures, detection

INTRODUCCIÓN

En este documento se hace uso de una gramática formal del tipo 2 de la jerarquía de Chomsky, con el propósito de definir una estructura específica y así favorecer el desarrollo de un proceso de generación de código de programación en un evento posterior. El código obtenido está enfocado a reconocer los gestos que se realicen con la mano, los que son capturados mediante una cámara que cuenta con un sensor de profundidad.

La información que se recabe a través de este proceso deberá transformar los datos puntuales en atributos para obtener datos descriptivos, que mediante una serie de reglas de comportamientos puedan realizar con mayor facilidad la generación de código, por lo que es importante implementar una gramática que mediante sus reglas de producción ayuden a identificar de mejor manera los gestos de la mano que sean posibles de realizar.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Un ejemplo de la aplicación de gramáticas formales es en el uso que se le ha dado para describir la sintaxis de un lenguaje de programación de alto nivel al momento de compilar un programa, es parte de la verificación de que un programa esté escrito correctamente para su transformación en lenguaje de bajo nivel.

OBJETIVO

Identificar gestos realizados por la mano mediante una gramática libre de contexto para permitir la generación de código

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Tipos de gramática

De acuerdo a la literatura [1] se habla de que el uso de una gramática es útil para poder presentar pensamientos o ideas de una manera clara, de acuerdo a un conjunto de reglas y especificaciones que conlleve dicha gramática que se está abordando. Para esto existen diferentes tipos de gramáticas, las cuales son:

Gramática prescriptiva o normativa: Este gramático maneja lo que es un “esquema” o una manera correcta de lo que es el idioma a tratar, para poder guiar al hablante a formular y desarrollar correctamente sus oraciones.

Gramática descriptiva: A diferencia de la anterior, no juzga como “correcta” o “incorrecta” la manera en que distintos hablantes hacen uso del idioma, sino que aspira a comprender cómo es el uso real de las normas del idioma dentro de una comunidad o unas comunidades determinadas.

Gramática tradicional: Se trata del conjunto histórico de documentos e ideas heredadas de civilizaciones anteriores en torno a lo que la gramática es.

Gramática funcional: Aspira a ser una gramática general del lenguaje natural, o sea, un conjunto de normas básicas aplicables a diferentes idiomas dotados de gramáticas distintas.

Gramáticas formales: Se llaman así a las gramáticas abstractas, que pueden aplicar su lógica a lenguajes no verbales, como los lenguajes de programación informáticos.

Jerarquía Chomsky

A partir de esta información se hace la selección del tipo de gramática con la cual se trabajará, la que permitirá definir una gramática que ayudará en la generación de código, la cual es la gramática formal. Para esto, se encontró lo que es la jerarquía de Chomsky la cual habla que las gramáticas formales se dividen en cuatro tipos y la diferencia entre cada uno de ellas se basa en el comportamiento que tienen sus respectivas producciones. [2]

De este modo, ya sea una gramática con la estructura de la siguiente ecuación:

$$G = (\Sigma_T, \Sigma_N, S, P)$$

Donde:

- Σ_T : Es un conjunto de terminales
- Σ_N : Un conjunto de no terminales
- S : Producción inicial

- P : Conjunto de producciones

Los tipos de gramáticas formales de acuerdo a la jerarquía de Chomsky [2] son los siguientes:

- Tipo 0: Lenguajes recursivos

$$\frac{u ::= v}{u, v \in (\Sigma_T \cup \Sigma_N)^*}$$

- Tipo 1: Lenguajes sensibles al contexto

$$\frac{xAy ::= xvy}{A \in \Sigma_N, x, y \in (\Sigma_T \cup \Sigma_N)^*, v \in (\Sigma_T \cup \Sigma_N)^+}$$

- Tipo 2: Lenguajes libres de contexto

$$\frac{A ::= v}{v \in (\Sigma_T \cup \Sigma_N)^*, A \in \Sigma_N}$$

- Tipo 3: Lenguajes regulares

Lineales por la izquierda:

$$\frac{A ::= a}{A ::= VaS ::= \lambda}$$

Lineales por la derecha

$$\frac{A ::= a}{A ::= aVS ::= \lambda}$$

Donde $a \in \Sigma_T$, $A, V, S \in \Sigma_N$, S es el axioma de la gramática.

La representación de las producciones de la jerarquía de Chomsky, presentan algunos símbolos que denotan la cantidad de repeticiones que se pueden presentar haciendo uso de un símbolo (*, +), estos símbolos pertenecen a las expresiones regulares. Las expresiones regulares son las unidades de descripción de los lenguajes regulares, que se incluyen en los denominados lenguajes formales (véase tabla 1). [3]

Tabla 1: caracteres especiales de expresiones regulares.

Caracter	Significado
*	El número del carácter, de la clase o del grupo situado antes del asterisco puede ser aleatorio (cero incluido)



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Caracter	Significado
+	El carácter, la clase o el grupo antes de un signo más debe aparecer como mínimo una vez
?	El carácter, la clase o el grupo antes del signo de interrogación es opcional y puede aparecer como máximo una vez.
[]	Los corchetes identifican a una clase de caracteres que siempre representa a un único carácter en un patrón de búsqueda.
()	Los paréntesis identifican a un grupo de caracteres formado por uno o varios caracteres y que pueden operarse unos dentro de los otros
{n}	El carácter, la clase o el grupo anteriores aparecen exactamente n veces.

De acuerdo al comportamiento de las producciones se optó por el tipo 2 que son las de libre de contexto, ya que se trata de un lenguaje de programación y, por otra parte, la estructura de los fragmentos de código que se pretenden generar sigue este patrón.

Análisis de gramáticas

Se llevaron a cabo el análisis de dos tipos de gramáticas, una con un mayor número de restricciones, por lo cual significa que tiene un mayor número de producciones. Y otra con un número menor de restricciones. Ambas gramáticas tienen la siguiente forma:

$$G = (NT, T, Gesto, P)$$

Donde:

- T : Es un conjunto de terminales
- NT : Un conjunto de no terminales
- $Gesto$: Producción inicial
- P : Conjunto de producciones

La primera gramática contiene lo siguiente

$NT =$ (mano, orientación, dedos, dedo, direccion1, direccion2, direccion3, direccion4, direccion5, direccion6, reglas1, reglas2, reglas3, reglas4, reglas5, reglas6, reglas7, reglas8, reglas9, reglas10, reglas11, reglas12, condicion1, condicion2, condicion3, condicion4, condicion5, condicion6, pulgar1, pulgar2, pulgar3, flexión, conjuntoDedos, tipoflexión, distancia, relación)

$T =$ (izquierda, derecha, abajo, arriba, adelante, atrás, meñique, anular, medio, índice, pulgar, tocando, notocando, abierto, cerrado)

$P =$ Producciones (véase figura 1)

```

<gesto> ::= <mano> <orientacion> <dedos>
<mano> ::= [izquierda|derecha]
<orientacion> ::= [adelante <direccion1>|atras<direccion2>|arriba<direccion3>|abajo<direc
<direccion1> ::= [arriba <reglas1> <pulgar1>|abajo <reglas1> <pulgar1>|izquierda <reglas2
<direccion2> ::= [arriba <reglas11> <pulgar1>|abajo <reglas11> <pulgar1>|izquierda<reglas1
<direccion3> ::= [izquierda<reglas3> <pulgar3>|adelante<reglas4> <pulgar1>|derecha<reglas3
<direccion4> ::= [izquierda<reglas5> <pulgar3>|adelante<reglas6> <pulgar1>|derecha<reglas5
<direccion5> ::= [arriba<reglas7> <pulgar3>|adelante<reglas8> <pulgar2>|abajo<reglas7> <pu
<direccion6> ::= [arriba<reglas9> <pulgar3>|adelante<reglas10> <pulgar2>|abajo<reglas9> <pu
<reglas1> ::= [<condicion1><reglas1>|<condicion3><reglas1>|<condicion5><reglas1>]
<reglas2> ::= [<condicion1><reglas2>|<condicion2><reglas2>|<condicion4><reglas2>]
<reglas3> ::= [<condicion2><reglas3>|<condicion3><reglas3>|<condicion4><reglas3>]
<reglas4> ::= [<condicion1><reglas4>|<condicion3><reglas4>|<condicion6><reglas4>]
<reglas5> ::= [<condicion2><reglas5>|<condicion4><reglas5>|<condicion5><reglas5>]
<reglas6> ::= [<condicion1><reglas6>|<condicion5><reglas6>|<condicion6><reglas6>]
<reglas7> ::= [<condicion3><reglas7>|<condicion4><reglas7>|<condicion5><reglas7>]
<reglas8> ::= [<condicion1><reglas8>|<condicion4><reglas8>|<condicion6><reglas8>]
<reglas9> ::= [<condicion2><reglas9>|<condicion3><reglas9>|<condicion5><reglas9>]
<reglas10> ::= [<condicion1><reglas10>|<condicion2><reglas10>|<condicion6><reglas10>]
<reglas11> ::= [<condicion3><reglas11>|<condicion5><reglas11>|<condicion6><reglas11>]
<reglas12> ::= [<condicion2><reglas12>|<condicion4><reglas12>|<condicion6><reglas12>]
<condicion1> ::= <dedo> adelante <condicion1>

```

Figura 1: Producciones de la primera gramática (parte parcial)

La segunda gramática utiliza las mismas tuplas y estas se conforman de la siguiente manera:

$NT =$ (gesto, mano, palma, orientación, dirección, dedos, posición, flexión, tipoflexión, distancia, relación, dedo, dedos)

$T =$ (izquierda, derecha, abajo, arriba, adelante, atrás, meñique, anular, medio, índice, pulgar, tocando, notocando, abierto, cerrado)

$P =$ Producciones (véase Figura 2)

```

<Gesto> ::= <mano> <palma> <dedos>*
<mano> ::= (izquierda | derecha | alguna)
<palma> ::= <orientacion>? <direccion>?
<orientacion> ::= [adelante | atras | arriba | abajo | izquierda | derecha]
<direccion> ::= [arriba | abajo | izquierda | derecha| adelante]
<dedos> ::= <posicion> <interaccion>*
<posicion> ::= <dedo> <direccion>? <flexion>
<flexion> ::= [abierto | cerrado]
<interaccion> ::= <relacion> <dedo>*
<relacion> ::= [tocando | notocando]
<dedo> ::= [menique | anular | medio | indice | pulgar]

```

Figura 2: Producciones de segunda gramática.

El usar una gramática muy extensa (véase figura 1) ayuda a tener un mayor control en las restricciones de lo que se quiere generar de terminales como resultado. Y el usar una gramática muy reducida (véase Figura 2) puede propiciar a valores que semánticamente no estarían correctos, pero a pesar de ello, añadir meñique arriba abierto tocando anular notocando med se tiene la parte de programación para arreglar ciertas incongruencias o código extra que se podría llegar a generar. Por esto se escogió la segunda gramática para ponerla a prueba respecto a los posibles gestos a tomar en cuenta.

Para poner a prueba la gramática existen varias herramientas que facilitan el uso al implementar gramáticas en lenguajes de programación, una de estas y la que se utilizó es la herramienta ANTLR4 enfocado en el lenguaje de programación C#.

ANTLR

De acuerdo a su sitio oficial ANTLR es un potente generador de analizadores sintácticos para leer, procesar, ejecutar o traducir texto estructurado o archivos binarios. Se usa ampliamente para crear lenguajes, herramientas y frameworks. A partir de una gramática, ANTLR se genera un analizador que puede construir y recorrer árboles de análisis. [4]



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Cadenas de producción

Los gestos fueron capturados mediante un sensor de profundidad llamado RealSense SR300 (véase figura 3) el cual está diseñado para poder llevar a cabo la detección de manos. Este dispositivo proporciona un número de información que describe el comportamiento de las manos, dicha información previo a ser analizada por la gramática establecida, se desarrolló un proceso para hacer una transformación, en el cual se convierten los datos puntuales a cadenas de texto, que describen en palabras el comportamiento de la mano.



Figura 3: Sensor RealSense SR 300. [5]

Algunos ejemplos de producciones que son generadas por la gramática, se ejemplifican en las siguientes pruebas.

Prueba 1: La Figura 4 muestra el gesto a reconocer por medio de la gramática propuesta.



Figura 4: Ejemplo P1 de gesto capturado

La producción que se genera es la siguiente (véase tabla 2):

Tabla 2: Producciones de prueba 1

Producciones	
<Gesto>	::= <mano><palma><dedos>*
<mano>	::= derecha
<palma>	::= <orientacion>?<direccion>?
<orientacion>	::= adelante
<direccion>	::= arriba
<dedos>	::= <posicion> <interaccion>*

<posicion>	::= <dedo><direccion><flexion>
<dedo>	::= indice
<direccion>	::= arriba
<flexion>	::= abierto
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= tocando
<dedo>	::= medio
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= notocando
<dedo>	::= anular
<dedo>	::= menique
<dedo>	::= pulgar
<dedos>	::= <posicion> <interaccion>*
<posicion>	::= <dedo><direccion><flexion>
<dedo>	::= medio
<direccion>	::= arriba
<flexion>	::= abierto
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= tocando
<dedo>	::= indice
<dedo>	::= anular
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= notocando
<dedo>	::= menique
<dedo>	::= pulgar
<dedos>	::= <posicion> <interaccion>*
<posicion>	::= <dedo><direccion><flexion>
<dedo>	::= anular
<direccion>	::= arriba
<flexion>	::= abierto
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= tocando
<dedo>	::= medio
<dedo>	::= menique
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= notocando
<dedo>	::= indice
<dedo>	::= pulgar
<dedos>	::= <posicion> <interaccion>*
<posicion>	::= <dedo><direccion><flexion>
<dedo>	::= menique
<direccion>	::= arriba
<flexion>	::= abierto
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= tocando
<dedo>	::= anular
<interaccion>	::= <relacion><dedo>*
<relacion>	::= notocando
<dedo>	::= medio
<dedo>	::= indice
<dedo>	::= pulgar
<dedos>	::= <posicion> <interaccion>*
<posicion>	::= <dedo><direccion><flexion>
<dedo>	::= pulgar
<direccion>	::= izquierda
<flexion>	::= abierto



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= tocando</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= notocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= indice</code>
<code><dedo></code>	<code>::= medio</code>
<code><dedo></code>	<code>::= anular</code>
<code><dedo></code>	<code>::= menique</code>

Prueba 2: La Figura 5 muestra el gesto a reconocer por medio de la gramática propuesta.



Figura 5: Ejemplo P2 de gesto capturado

La producción que se genera es la siguiente (véase tabla 3):

Tabla 3: Producciones de prueba 2

	Producciones
<code><Gesto></code>	<code>::= <mano><palma><dedos>*</code>
<code><mano></code>	<code>::= derecha</code>
<code><palma></code>	<code>::= <orientacion>?<direccion>?</code>
<code><orientacion></code>	<code>::= arriba</code>
<code><direccion></code>	<code>::= adelante</code>
<code><dedos></code>	<code>::= <posicion> <interaccion>*</code>
<code><posicion></code>	<code>::= <dedo><direccion><flexion></code>
<code><dedo></code>	<code>::= indice</code>
<code><direccion></code>	<code>::= adelante</code>
<code><flexion></code>	<code>::= abierto</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= tocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= medio</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= notocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= anular</code>
<code><dedo></code>	<code>::= menique</code>
<code><dedo></code>	<code>::= pulgar</code>
<code><dedos></code>	<code>::= <posicion> <interaccion>*</code>
<code><posicion></code>	<code>::= <dedo><direccion><flexion></code>
<code><dedo></code>	<code>::= medio</code>
<code><direccion></code>	<code>::= adelante</code>
<code><flexion></code>	<code>::= abierto</code>

<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= tocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= indice</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= notocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= anular</code>
<code><dedo></code>	<code>::= menique</code>
<code><dedo></code>	<code>::= pulgar</code>
<code><dedos></code>	<code>::= <posicion> <interaccion>*</code>
<code><posicion></code>	<code>::= <dedo><direccion><flexion></code>
<code><dedo></code>	<code>::= anular</code>
<code><direccion></code>	<code>::= atras</code>
<code><flexion></code>	<code>::= cerrado</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= tocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= menique</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= notocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= indice</code>
<code><dedo></code>	<code>::= medio</code>
<code><dedo></code>	<code>::= pulgar</code>
<code><dedos></code>	<code>::= <posicion> <interaccion>*</code>
<code><posicion></code>	<code>::= <dedo><direccion><flexion></code>
<code><dedo></code>	<code>::= menique</code>
<code><direccion></code>	<code>::= atras</code>
<code><flexion></code>	<code>::= cerrado</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= tocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= anular</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= notocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= indice</code>
<code><dedo></code>	<code>::= medio</code>
<code><dedo></code>	<code>::= pulgar</code>
<code><dedos></code>	<code>::= <posicion> <interaccion>*</code>
<code><posicion></code>	<code>::= <dedo><direccion><flexion></code>
<code><dedo></code>	<code>::= pulgar</code>
<code><direccion></code>	<code>::= derecha</code>
<code><flexion></code>	<code>::= abierto</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= tocando</code>
<code><interaccion></code>	<code>::= <relacion><dedo>*</code>
<code><relacion></code>	<code>::= notocando</code>
<code><dedo></code>	<code>::= indice</code>
<code><dedo></code>	<code>::= medio</code>
<code><dedo></code>	<code>::= anular</code>
<code><dedo></code>	<code>::= menique</code>

De esta manera, las producciones generadas fueron analizadas con ayuda de la herramienta ANTLR mediante el uso de la gramática descrita anteriormente. Con la finalidad de obtener una estructura lo más adecuada posible para facilitar el proceso posterior que es la generación de código de dicho gesto de mano.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

RESULTADOS

Cabe mencionar que las producciones de cada gesto deben de ir libres de puntuaciones y acentos, ya que el proceso del análisis es sensible a símbolos extras en los terminales.

Para evaluar la gramática se realizaron un total de 60 ejecuciones a 6 gestos distintos, cada uno conformado por 10 repeticiones, para verificar que las producciones fueran persistentes independientemente del número de ejecuciones (véase tabla 2).

Tabla 2: resultados de evaluación de gramática

Gesto	Ejecuciones	Errores	Aciertos
1	10	0	10
2	10	0	10
3	10	0	10
4	10	0	10
5	10	0	10
6	10	0	10

El porcentaje final de la evaluación contempla un 100% de exactitud en que la gramática esta aprobando las producciones que se están generando de los gestos capturados. En el caso de existir duplicaciones de palabras, la herramienta arroja errores de los terminales que se esperaban, obedeciendo así las condiciones establecidas en la gramática.

CONCLUSIONES

El uso de una gramática formal libre de contexto de acuerdo a la jerarquía de Chomsky, es útil cuando se trabaja con lenguajes de programación de alto nivel.

A pesar de que la gramática definida es pequeña cumple con el funcionamiento que se requiere, ya que reacciona a caracteres

duplicados o atributos que no se esperan. Aun cuando pueda existir la posibilidad de presentar situaciones que semánticamente no tendrían sentido; queda pendiente la fase programable para auxiliar a la gramática en esas situaciones.

El enfoque que se le da a esta gramática es en el proceso de generación de código de gestos de las manos, debido a que donde se puede implementar esta forma de control humano-computadora es para poder desarrollar sistemas con interfaces naturales de usuarios, y así lograr diferentes áreas de aplicación como lo son: control de multimedia, operar sistemas de transporte, manejo de robots, atención médica, lenguaje de señas, diseño virtual 3d, videojuegos, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo a: el CONACYT, el Tecnológico Nacional de México y en especial al campus CENIDET y al proyecto: 10437.21-P Identificación de alteraciones en el iris del ojo para detectar patrones que permitan medir si existe correlación con personas diagnosticadas con diabetes mellitus

REFERENCIAS

- [1] Editorial Etecé (septiembre 6 2020). Gramática. Concepto. Obtenido de <https://concepto.de/gramatica/>
- [2] Gallego A. (2008). La jerarquía de Chomsky y la facultad del lenguaje: consecuencias para la variación y la evolución. Vol. XXVII/2, 2008, pp. 47-60 ISSN: 0210-1602
- [3] IONOS (diciembre 12 2019). Digital Guide IONOS. obtenido de: <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/creacion-de-paginas-web/regex/>
- [4] Terence P. (2014). ANTLR. obtenido de: <https://www.antlr.org/>
- [5] Truong G. (diciembre 1 2017). grabcadcommunity. obtenido de: <https://grabcad.com/library/intel-realsense-sr300-3>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Predicción rendimiento estudiantes pruebas saber pro según características socioeconómicas

Daniel David Leal Lara
Facultad de Ingeniería,
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Bogotá D.C., 11021, Colombia
+57 (601) 3239300
ddleall@correo.udistrital.edu.co

Sebastian Camilo Vanegas Ayala
Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
Bogotá D.C., 11021, Colombia
+57 (601) 3239300
scvanegasa@correo.udistrital.edu.co

Julio Barón Velandia
Facultad de Ingeniería,
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Bogotá D.C., 11021, Colombia
+57 (601) 3239300
jbaron@udistrital.edu.co

RESUMEN

El propósito del presente artículo de investigación es exponer los resultados obtenidos al aplicar la minería de datos al ámbito educativo de las pruebas saber pro con el objeto de determinar las variables más influyentes en el desempeño de los estudiantes. Para tal efecto se utilizaron los resultados obtenidos en el año 2019 y se aplicó la metodología CRISP-DM, la cual es un referente en el ámbito de minería de datos. Se realizó un proceso de selección inicial de atributos con respecto a aquellos que diversos autores encontraron relevantes como lo es la información socioeconómica, hábitos de estudio, entre otros de los estudiantes y se procedió a limpiar y transformar en un repositorio de datos con los resultados obtenidos en estas pruebas. Se aplicó la técnica de predicción basada en redes neuronales profundas y regresión lineal para evidenciar el comportamiento a nivel de predicción de los atributos seleccionados.

ABSTRACT

The purpose of this research article is to present the results obtained when applying data mining to the educational field of saber pro tests in order to determine the most influential variables in student performance. For this purpose, the results obtained in 2019 were used and the CRISP-DM methodology was applied, which is a benchmark in the field of data mining. An initial selection process of attributes was carried out with respect to those that various

authors found relevant, such as socioeconomic information, study habits, among other students, and proceeded to clean and transform into a data repository with the results obtained. In these tests, the prediction technique based on deep neural networks and linear regression was applied to show the behavior at the prediction level of the selected attributes.

Categorías y Descriptores Temáticos

- Information systems~Information systems applications~Data mining
Sistemas de información: Aplicaciones de sistemas de información: Minería de datos
- Computing methodologies~Machine learning~Machine learning approaches~Neural networks
Metodologías informáticas: Aprendizaje automático: Enfoques de aprendizaje automático: Redes neuronales
- Computing methodologies~Modeling and simulation~Model development and analysis
Metodologías informáticas: Modelado y simulación: Desarrollo y análisis de modelos

Términos Generales

Minería de datos educativos, Predicción rendimiento estudiantes, Redes neuronales.

Palabras clave

Pruebas Saber Pro; Desempeño Académico; Redes Neuronales; Regresión Lineal; Minería de Datos Educativa; Regresión Lineal.

Keywords

Saber Pro tests; Academic Performance; Neural Networks; Educational Data Mining; Linear Regression.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

INTRODUCCIÓN

La educación es la encargada de formar ciudadanos que adquieren roles en la sociedad, es considerada como uno de los procesos más importantes en el desarrollo de los países y de esta depende su desarrollo y competitividad en un mundo globalizado, es así, como eje transformador e indicador de progreso, es de esencial importancia para los gobiernos [1], [2].

Para conocer el nivel de calidad de la educación impartida en Colombia, en sus niveles de enseñanza primaria, secundaria, media y superior, se crea el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), el cual aplica pruebas estandarizadas para medir la calidad de la educación, con el objeto de que los puntajes obtenidos funcionen como una forma de moderación estadística, compensando las diferencias entre las escuelas secundarias en los estándares de calificación [3].

En el nivel de enseñanza de educación superior, fundamentado en la Ley 30 de 1992, se crea el mecanismo de evaluación de la calidad de los programas académicos de las instituciones de Educación Superior, conocido anteriormente como pruebas ECAES y ahora Pruebas Saber Pro, con estas pruebas se evalúa el nivel de conocimientos y el grado de competencias obtenidas en el curso de una carrera universitaria para tomar acciones gubernamentales en la mejora continua de la calidad educativa [1], [2], [4].

En el proceso de mejoramiento de la calidad es necesario comprender y predecir el efecto de diversos factores que varían el desempeño de los estudiantes en las Pruebas Saber Pro, y así diseñar estrategias como planes de política social que apoyen la mejora de estos aspectos incrementando el desempeño de los estudiantes evaluados [1], [5].

Se establece una relación entre la variación del rendimiento académico medido a través de los resultados de la prueba Pruebas Saber Pro y diversos factores como la distribución de la estructura de clases en las universidades, patrones relacionados con el estrato socioeconómico, el medio ambiente y la capacidad intrínseca de cada estudiante, el acceso a herramientas tecnológicas de aprendizaje como computadoras y conexión a internet, el mayor nivel educativo de los padres de familia, el ingreso familiar y sus variaciones a lo largo de la etapa escolar que influyen fuertemente en las relaciones padres-hijos, la condición de ser varón y el estudiar en una institución educativa oficial urbana, si el estudiante trabaja y por ende la distribución de horas dedicadas al trabajo autónomo e incluso ubicación geográfica dentro del territorio, todos estos factores afectan de manera positiva o negativa el desempeño del estudiante, según sea el caso [1], [5]–[7].

Un factor determinante en los resultados académicos tiene que ver con la estructura del sistema universitario y una marcada diferenciación de las universidades en función del origen social de los estudiantes presentando instituciones monoclasistas o que presentan mayor homogeneidad en lo que respecta al origen social de sus estudiantes [6].

Una institución monoclasista implica una estratificación interna, es decir las posibilidades de entrada a la educación superior se encuentran estrechamente asociadas a las posibilidades económicas

del aspirante o su núcleo familiar, el colegio de egreso y la trayectoria social familiar y personal presentando una relación del rendimiento educativo más preponderante en las universidades privadas, mientras que en las universidades públicas el efecto del origen social en el rendimiento académico tiende a disminuirse [6].

Los estudiantes que provienen de familias de altos ingresos se le asocian generalmente los mejores resultados, ya que, al disponer de recursos mínimos, como libros, herramientas de comunicación e información, en el entorno familiar y nivel de preparación y salud psicológica de los padres generan un impacto positivo en las experiencias de aprendizaje del estudiante [7].

Para el año 2010, los autores Jiménez Álvaro y Álvarez Hugo destacaron las ventajas de utilizar técnicas de minería de datos en los entornos educativos en lugar de los paradigmas de investigación tradicional [4], con el objeto de poder encontrar más relaciones entre los datos. Aunque en Colombia diversos estudios se han realizado con respecto a categorizar las variables del ICFES y su relación con el desempeño, aún falta realizar una exploración profunda que permita identificar patrones de desempeño a través de técnicas como la minería de datos [4] y más aún, comparar las caracterizaciones realizadas por otros autores.

Entre los resultados encontrados en la literatura, se encuentran los obtenidos por Garcia-Gonzales y Skrita en [7] en donde obtienen como resultados que aquellas variables que predicen mejor el rendimiento de los estudiantes son los relacionados con el nivel educativo de la madre, el estrato socioeconómico del hogar, el número de libros, el nivel educativo del padre y la presencia de una computadora. Por otro lado, Oliveo Carrascal y Jiménez Giraldo en [8] definen que es el género, la acreditación de la institución educativa y el ingreso de los familiares aquellos factores relevantes para el desempeño de las pruebas Saber Pro.

Adicionalmente, otros autores como es el caso de Rodriguez y Correa en [9] y de Bahamón y Ruiz en [2] en los cuales su enfoque es el de examinar las interconexiones e interacciones principalmente que se tienen entre el hogar, el municipio donde residen los estudiantes, el tipo de institución y el estrato socioeconómico para entender como estos factores repercuten en su rendimiento.

OBJETIVOS

Este estudio pretende proporcionar una visión de cuáles son las variables más representativas a utilizar para realizar una predicción del rendimiento de cada uno de los estudiantes que presentan las pruebas Saber Pro mediante la aplicación de la minería de datos en el entorno educativo a cada una de los diferentes puntajes discriminados de esta prueba. El presente artículo se divide en 5 secciones, las cuales son introducción, metodología, resultados, discusión y finalmente conclusiones.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En esta sección del artículo se presenta el proceso de ingeniería utilizado, el cual se basa en la metodología CRISP-DM, y se aborda



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

las diversas herramientas utilizadas para el desarrollo de la investigación y su contraste con otros artículos.

Para el descubrimiento de patrones de desempeño académico en las pruebas Icfes Saber Pro, se realizó una investigación de tipo descriptiva aplicando un diseño no experimental; para lo cual se aplicó la metodología CRISP-DM, una de las guías de referencia más ampliamente utilizada en el desarrollo de proyectos de minería de datos [10], y esta a su vez es utilizada por diversos autores en sus investigaciones [8], [4]. Esta metodología contempla las siguientes seis fases:

- **Análisis del problema:** Esta fase se centró en la comprensión de las pruebas Saber Pro, inicialmente desde un enfoque legal e histórico y se establece el vacío de conocimiento a llenar con el presente artículo, permitiendo de esta manera profundizar el problema objeto de estudio y sus objetivos asociados.
- **Comprensión de los datos:** Esta fase se centró en la búsqueda y recolección de datos, identificando su calidad y veracidad según la fuente consultada. La fuente de datos obtenida son los resultados del último año de los estudiantes colombianos que presentaron las pruebas Saber Pro y que se encontraban disponibles, al momento de realizar la investigación, en las bases de datos del ICFES. Lo anterior permitió a su vez, obtener conocimiento de los datos recopilados, entender cómo están distribuidos para poder identificar cuáles son los procesos que se deben aplicar sobre ellos.
- **Preparación de los datos:** Durante esta fase se realizó todo el proceso de transformación de los datos, entre los cuales se caracterizan la generación de variables adicionales, integración de diferentes orígenes de datos, eliminación de valores anómalos y la reducción de los atributos a trabajar mediante una selección de los mismos, similar a lo abordado en [11]. De esta manera se genera con base en el repositorio inicial de datos, un repositorio final, limpio y transformado, sobre el cual se procederá en las siguientes etapas a elaborar el respectivo modelo predictivo.
- **Modelado:** Como estrategia para realizar los modelos, se optó por seguir dos técnicas altamente reconocidas para predicción en el ámbito de la minería de datos; la primera de ellas es una red neuronal de tipo perceptrón multicapa y la segunda una regresión lineal.
- **Evaluación:** En esta etapa se realiza una evaluación de los resultados obtenidos en las anteriores fases de la metodología, con el objetivo de poder encontrar posibles errores que puedan afectar el comportamiento del modelo.
- **Despliegue:** Por último, en esta fase se extrae del proceso de minería de datos el conocimiento obtenido para que sea este pueda ser transmitido y socializado con la comunidad en general.

Los anteriores pasos se pueden y sus relaciones entre sí, se puede apreciar en la Figura 1.

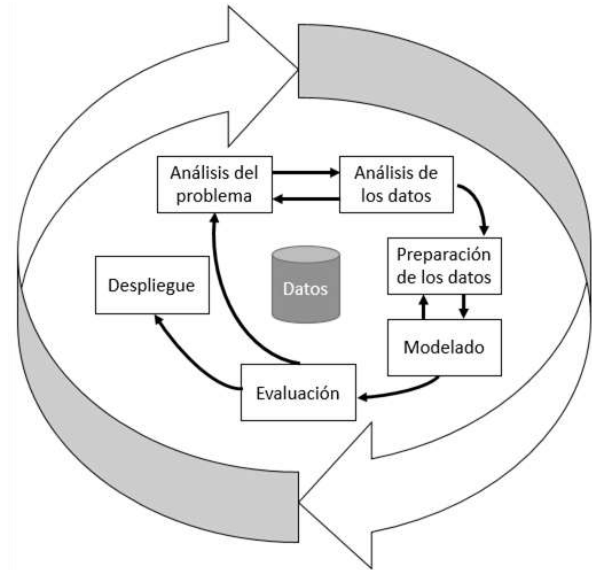


Figura 1. Metodología CRISP-DM; Elaboración propia basada de [12].

Herramienta tecnológica usada

En cada una de las investigaciones analizadas y consultadas que sirvieron como sustento para el presente artículo, utilizan diversas herramientas especializadas que permiten el análisis, preparación, modelado y evaluación de los conjuntos de datos explorados para cada estudio. Como es el caso de [7] y [13] en el cual utilizan la herramienta de R, [8], [4] donde utilizan la herramienta de Weka, entre otras investigaciones que utilizan herramientas especializadas para este tipo de análisis.

Es por lo anterior que, teniendo en cuenta la importancia que radica la elección de una herramienta software que permita desarrollar en ella los diversos pasos del proceso CRISP-DM, para el presente artículo, se opta por manejar el software de Orange; este software es un software de código abierto, que permite crear flujos de trabajo de análisis de datos de forma visual y que fue desarrollado por la Universidad de Ljubljana [14].

RESULTADOS

Conjunto de datos

Para la predicción del rendimiento de los participantes en las pruebas saber pro se utilizan dos conjuntos de datos complementarios para definir las características que permitirán una predicción con un alto índice de acierto, estos dos conjuntos de datos se describen de la siguiente manera:

- El conjunto de datos principal se compone de 260.756 registros de los resultados para los 5 módulos de competencias genéricas de las pruebas Saber Pro para el año 2019, los cuales contienen 105 atributos de cada registro [15], sobre la información personal, socioeconómica, de la IES y datos académicos de cada participante.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- El conjunto de datos secundario contiene 378 registros de las instituciones de educación superior en Colombia con 24 atributos entre los que se encuentran la información geográfica, de acreditación y financiación.

Preparación de datos

Siguiendo la metodología propuesta se inicia con una primera selección de atributos para cada uno de los conjuntos de datos procurando reducir su dimensionalidad y dejando solo las características relevantes del estudio.

Para obtener las características relevantes de los conjuntos de datos se analizaron los resultados alcanzados en otras investigaciones acerca de la relevancia de los diversos factores en el rendimiento de los estudiantes en las pruebas de carácter similar al Saber Pro, para ello como se muestra en la Tabla 1 se indican las características usadas en cada estudio y que simultáneamente se encuentran descritas en el set de datos utilizado y que presentan un alto grado de significancia en la caracterización del rendimiento de los participantes según el desarrollo de cada investigación.

Tabla 1. Análisis de características referentes bibliográficos.

Características	[5]	[1]	[10]	[6]	[7]	[8]	[13]	[9]	[2]	[4]
ESTU_INST_MUNICIPIO	X								X	
ESTU_FECHANACIMIENTO	X		X			X	X		X	X
ESTU_GENERO		X	X			X	X			
FAMI ESTRATOVIVIENDA		X	X	X	X	X			X	
FAMI_TIENEINTERNET		X			X	X				
ESTU_HORASSEMANATRABAJA		X		X						
ACREDITADA_ALTA_CALIDAD			X							X
SECTOR			X	X				X		
ESTU_METODO_PRGM			X			X				
INST_CARACTER_ACADEMICO						X				X
FAMI_EDUCACIONPADRE				X	X					
FAMI_EDUCACIONMADR				X	X	X				
FAMI_TRABAJOLABORMADRE				X	X					
FAMI_TRABAJOLABORPADRE				X	X					
FAMI_TIENECOMPUTADOR					X	X				
ESTU_PAGOMATRICULAPADRES				X		X				
ESTU_PAGOMATRICULAPROPIO						X				
ESTU_AREARESIDE					X					
FAMI_TIENESERVICIO TV					X	X				
FAMI_TIENEHORNOMICROOGAS					X	X				
FAMI_TIENEMOTOCICLETA					X	X				
FAMI_TIENELAVADORA					X	X				
FAMI_TIENEAUTOMOVIL					X	X				
ESTU_PAGOMATRICULABECA						X				
ESTU_PAGOMATRICULACREDITO						X				
ESTU_INSE_INDIVIDUAL						X				
ESTU_COMOCAPACITOEXAMENSB11									X	
ESTU_VALORMATRICULAUNIVERSIDAD				X		X				

Partiendo de la información obtenida en el análisis de los referentes bibliográficos se obtienen 26 características para el conjunto de datos principal y 2 para el conjunto de datos secundario, como se

describe en la Tabla 2, donde se señala el nombre de la característica en el conjunto de datos y el tipo de dato según la tipología de Orange.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Tabla 2. Características seleccionadas conjuntos de datos.

Conjunto de datos	Nombre en el archivo de datos	Tipo
Principal	ESTU_GENERO	Catagórico
Principal	ESTU_FECHANACIMIENTO	Fecha
Principal	ESTU_VALORMATRICULAUNIVERSIDAD	Catagórico
Principal	ESTU_PAGOMATRICULABECA	Catagórico
Principal	ESTU_PAGOMATRICULACREDITO	Catagórico
Principal	ESTU_PAGOMATRICULAPADRES	Catagórico
Principal	ESTU_PAGOMATRICULAPROPIO	Catagórico
Principal	ESTU_COMOCAPACITOEXAMENSB11	Catagórico
Principal	FAMI_EDUCACIONPADRE	Catagórico
Principal	FAMI_EDUCACIONMADRE	Catagórico
Principal	FAMI ESTRATO VIVIENDA	Catagórico
Principal	FAMI_TIENEINTERNET	Catagórico
Principal	FAMI_TIENECOMPUTADOR	Catagórico
Principal	FAMI TIENE LAVADORA	Catagórico
Principal	FAMI TIENE HORNOMICROOGAS	Catagórico
Principal	FAMI TIENE SERVICIO TV	Catagórico
Principal	FAMI TIENE AUTOMOVIL	Catagórico
Principal	FAMI TIENE MOTOCICLETA	Catagórico
Principal	FAMI TRABAJO LABOR PADRE	Catagórico
Principal	FAMI TRABAJO LABOR MADRE	Catagórico
Principal	ESTU_HORAS SEMANA TRABAJO	Catagórico
Principal	ESTU_METODO_PRGM	Catagórico
Principal	ESTU_INST_MUNICIPIO	Catagórico
Principal	INST_CHARACTER_ACADEMICO	Catagórico
Principal	ESTU_AREASIDE	Catagórico
Principal	ESTU_INSE_INDIVIDUAL	Numérico
Secundario	ACREDITADA_ALTA_CALIDAD	Catagórico
Secundario	SECTOR	Catagórico

Teniendo definidas las características a utilizar se realiza una unión de los dos conjuntos de datos para que cada registro cuente con el sector y el estado de acreditación con el que cuenta su universidad al momento de la presentación del examen. Los datos son enviados a un preprocesamiento donde se realiza la eliminación de registros con valores faltantes que equivalen alrededor del 13% de los datos, a continuación, se realiza una discretización de los campos ESTU_FECHANACIMIENTO y ESTU_INSE_INDIVIDUAL usando el método de discretización de igual frecuencia (Equal frequency discretization) donde se divide por frecuencia el número de datos, es decir el mismo número de instancias en cada bin o contenedor [16] y finalmente las clases numéricas son

normalizados entre 0 y 1 tomando los valores máximo y mínimo del atributo.

Después se realiza una búsqueda y eliminación de registros con valores atípicos usando el método de bosques aleatorios (Isolation Forest), que es una forma eficiente de detección para conjuntos de grandes dimensiones, aislando las observaciones y seleccionando aleatoriamente tanto una característica como un valor dividido entre los valores máximo y mínimo de la característica seleccionada, para esto se define una contaminación del 5% obteniendo un total de 215448 registros.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Teniendo los registros con valores anómalos y atípicos eliminados se realiza una selección de atributos a partir de las 11 clases objetivo, definidas para la predicción del rendimiento, el método de selección utilizado se muestra en la Tabla 3 donde se relaciona la clase objetivo junto con el método utilizado y el tipo de dato según la tipología de Orange.

Tabla 3. Selección de atributos basado en el atributo de clase.

N	Atributo clase	Método de selección	Tipo
1	MOD_RAZONA_CUANTITAT_PUNT	RReliefF	Numérico
2	MOD_RAZONA_CUANTITAT_DESEM	RReliefF	Numérico
3	MOD_LECTURA_CRITICA_PUNT	RReliefF	Numérico
4	MOD_LECTURA_CRITICA_DESEM	RReliefF	Numérico
5	MOD_COMPETEN_CIUDDA_PUNT	RReliefF	Numérico
6	MOD_COMPETEN_CIUDDA_DESEM	RReliefF	Numérico
7	MOD_INGLES_PUNT	RReliefF	Numérico
8	MOD_INGLES_DESEM	Fast Correlation Based Filter	Categorico
9	MOD_COMUNI_ESCRITA_PUNT	RReliefF	Numérico
10	MOD_COMUNI_ESCRITA_DESEM	RReliefF	Numérico
11	PUNT_GLOBAL	RReliefF	Numérico

Se realiza una selección de atributos RReliefF para los conjuntos de datos donde el atributo de clase es de tipo numérico, Relief es un algoritmo que ha sido abordado desde 1992 que sirve como filtro para la selección de características [17], este algoritmo ha sufrido diversas mejoras a lo largo del tiempo, dentro de las cuales está el algoritmo ReliefF en el cual abordan los problemas evidenciados en el primer algoritmo relacionados con los datos faltantes y el problema de varias clases [18]. Posteriormente a este algoritmo se le realiza otra mejora denominada RReliefF en donde se generaliza el algoritmo a problemas de resultado numérico (es decir, regresión), volviéndose este último un método común para la selección de atributos de valores numéricos [19].

Por otra parte la selección de atributos para los conjuntos de datos donde el atributo de clase es de tipo categórico se usa el método Fast Correlation Based Filter, el cual es un método de selección de características multivariante en el que se tienen en cuenta la relevancia de la clase y la dependencia entre cada par de características [20], presenta un mejor desempeño que ReliefF eliminando las funciones redundantes y capturando tanto la relevancia de las características para el concepto de destino como descubriendo la redundancia entre las mismas [21] y a su vez más efectivo que métodos como ANOVA, Chi-Square, Gini index, Gain ratio e Information Gain [22]–[24].

Se establece un total de 15 atributos relevantes seleccionados para cada clase, como se muestra en la Tabla 4, donde se indica si el atributo es usado para la predicción de la clase, numeradas de 1 a 11, según la Tabla 3, indicando el valor de relevancia que se obtuvo al aplicar el método de selección, siendo 1 el más relevante y 15 el menos relevante, este valor se promedia en cada una de las clases y junto con las apariciones se establece un Ranking, definido como la división del número de apariciones sobre el promedio, donde los atributos con mayor Ranking representan los más significativos para la predicción de los atributos de clase.

Tabla 4. Atributos seleccionados por clase.

Atributo seleccionado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Promedio	Apariciones	Ranking
FAMI_TRABAJOLABORPADRE	2	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	2,1	11	5,3
FAMI_EDUCACIONPADRE	4	4	4	4	2	4	2		2	3	3	3,2	10	3,1
FAMI_TRABAJOLABORMADRE	1	2	5	5	4	2	3		3	4	4	3,3	10	3,0
ESTU_INST_MUNICIPIO	3	5	2	2	3	5	5		5	2	2	3,4	10	2,9
FAMI_EDUCACIONMADRE	5	3	3	3	5	3	4	2	4	6	5	3,9	11	2,8
ESTU_VALORMATRICULAUNIVERSIDAD	9	9	7	7	6	8	7	1	8	7	7	6,9	11	1,6
ESTU_HORASSEMANATRAABA	7	7	6	6	8	6	6		6	5	6	6,3	10	1,6
FAMI_ESTRATOVIVIENDA	6	6	9	9	7	9	9	8	7	9	9	8,0	11	1,4
ESTU_FECHANACIMIENTO	8	8	8	8	9	7	8	13	10	8	8	8,6	11	1,3
ESTU_INSE_INDIVIDUAL	13	10	10	10	10	10	12	10	11	11	10	10,6	11	1,0
ESTU_COMOCAPACITOEAMENS11	10	11	11	11	11	11	10		9	10	11	10,5	10	1,0
ESTU_GENERO	11	12	14	14	14	12	13	5	12	12	12	11,9	11	0,9



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Atributo seleccionado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Promedio	Apariciones	Ranking
FAMI_TIENEMOTOCICLETA	12	15	12	12	15	13		4	13	13	13	12,2	10	0,8
ESTU_PAGOMATRICULACREDITO			13	13			14		14		14	13,6	5	0,4
FAMI_TIENEHORNOMICROOGAS	14	13						3		15		11,3	4	0,4
INST_CHARACTER_ACADEMICO					13			11			15	13,0	3	0,2
ESTU_PAGOMATRICULAPROPIO	15					15	14					14,7	3	0,2
ACREDITADA_ALTA_CALIDAD							15	7				11,0	2	0,2
ESTU_METODO_PRGM						14		9				11,5	2	0,2
ESTU_AREARESIDE								6				6,0	1	0,2
ESTU_PAGOMATRICULABECA		14								14		14,0	2	0,1
FAMI_TIENEINTERNET			15	15								15,0	2	0,1
FAMI_TIENESERVICIO TV							11					11,0	1	0,1
FAMI_TIENEAUTOMOVIL					12							12,0	1	0,1
ESTU_PAGOMATRICULAPADRES								15				15,0	1	0,1
FAMI_TIENELAVADORA									15			15,0	1	0,1
FAMI_TIENECOMPUTADOR													0	0,0
SECTOR													0	0,0

Modelo de predicción

Para el desarrollo del modelo de predicción se utilizaron dos técnicas ampliamente reconocidas como lo son las redes neuronales y la regresión lineal. Estas técnicas fueron configuradas de la siguiente manera:

- La Red Neuronal se configuro con 3 capas ocultas de 32, 16 y 4 neuronas para de esta manera, simular el comportamiento de los datos de entrada para llegar a una única salida. Como algoritmo de optimización se escogió al algoritmo de Adam el cual una extensión del descenso de gradiente estocástico que recientemente ha tenido una adopción más amplia para aplicaciones de aprendizaje profundo y como función de activación se definió Relu. A partir de esto, y teniendo en cuenta que se tienen dos tipos de resultado en los atributos clase, los cuales son valores entre 0 y 500 para el puntaje, y valores de 1 a 4 para el cuartil; se definen dos subconfiguraciones de las redes neuronales de la siguiente manera: se define un total de 200 iteraciones para aquellos atributos con valores entre 0 y 500 y 100 iteraciones de entrenamiento para los otros atributos.
- Para la Regresion Lineal se utilizó la regresión de Lasso (L1), buscando de esta manera bajar la complejidad del modelo buscando que la solución sea más sencilla de interpretar al tomar como irrelevantes ciertas características. La configuración de alpha se definió en 0.0001.

Se realiza el entrenamiento de los modelos propuestos de predicción con el 70% de los datos, los resultados obtenidos para cada atributo de clase a predecir se muestran en la Tabla 5, donde

se relacionan los dos modelos usados para predecir el atributo de clase identificado según la Tabla 3, junto con su error cuadrático medio (MSE), raíz de la desviación cuadrática media (RMSE) y error absoluto medio (MAE) para medir su precisión en la predicción definidos en [25].

Tabla 5. Resultados precisión en entrenamiento de los modelos.

ATRIBUTO DE CLASE	MODELO	MSE	RMSE	MAE
1	Red neuronal	0,008	0,090	0,072
	Regresión lineal	0,009	0,093	0,074
2	Red neuronal	0,064	0,253	0,210
	Regresión lineal	0,069	0,262	0,219
3	Red neuronal	0,008	0,091	0,073
	Regresión lineal	0,009	0,093	0,075
4	Red neuronal	0,064	0,254	0,206
	Regresión lineal	0,068	0,262	0,214
5	Red neuronal	0,009	0,097	0,079
	Regresión lineal	0,010	0,100	0,081
6	Red neuronal	0,069	0,263	0,218
	Regresión lineal	0,074	0,272	0,227
7	Red neuronal	0,007	0,083	0,063
	Regresión lineal	0,007	0,083	0,064



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

ATRIBUTO DE CLASE	MODELO	MSE	RMSE	MAE
9	Red neuronal	0,012	0,111	0,084
	Regresión lineal	0,012	0,111	0,086
10	Red neuronal	0,070	0,265	0,222
	Regresión lineal	0,072	0,269	0,224
11	Red neuronal	0,006	0,078	0,062
	Regresión lineal	0,007	0,082	0,066

A partir de los resultados obtenidos se comparan el promedio de los valores MSE, RMSE y MAE entre los dos modelos usados para predicción, tanto para los atributos de clase que representan un puntaje o los que muestran el desempeño por cuartil, como se muestra en la Tabla 6, donde la mayor precisión se obtuvo usando redes neuronales en ambos escenarios.

Tabla 6. Promedio resultados precisión en entrenamiento de los modelos.

TIPO ATRIBUTO DE CLASE	MODELO	MSE	RMSE	MAE
PUNT	Red neuronal	0,008	0,092	0,072
	Regresión lineal	0,009	0,094	0,074
DESEM	Red neuronal	0,067	0,259	0,214
	Regresión lineal	0,071	0,266	0,221

Posteriormente al entrenamiento los modelos son evaluados en la fase de prueba con el 30% de los datos restantes, obteniéndose el MSE, RMSE, MAE de la Tabla 7, para los modelos de red neuronal y regresión lineal de los atributos de clase numéricos.

Tabla 7. Resultados precisión en prueba de los modelos.

ATRIBUTO DE CLASE	MODELO	MSE	RMSE	MAE
1	Red neuronal	0,008	0,092	0,073
	Regresión lineal	0,009	0,093	0,074
2	Red neuronal	0,068	0,261	0,217
	Regresión lineal	0,069	0,263	0,219
3	Red neuronal	0,009	0,093	0,074
	Regresión lineal	0,009	0,093	0,075
4	Red neuronal	0,068	0,261	0,212
	Regresión lineal	0,069	0,262	0,214
5	Red neuronal	0,010	0,099	0,080
	Regresión lineal	0,010	0,100	0,081
6	Red neuronal	0,073	0,271	0,224
	Regresión lineal	0,074	0,272	0,227

ATRIBUTO DE CLASE	MODELO	MSE	RMSE	MAE
7	Red neuronal	0,007	0,085	0,064
	Regresión lineal	0,007	0,083	0,064
9	Red neuronal	0,013	0,112	0,086
	Regresión lineal	0,012	0,111	0,087
10	Red neuronal	0,075	0,274	0,230
	Regresión lineal	0,073	0,271	0,225
11	Red neuronal	0,006	0,080	0,064
	Regresión lineal	0,007	0,082	0,066

El promedio de los valores MSE, RMSE y MAE, se compara en la Tabla 8, para los modelos de red neuronal y regresión lineal en los dos escenarios de puntaje evaluados, obteniéndose en ambos casos con mayor precisión al modelo basado en red neuronal.

Tabla 8. Promedio resultados precisión en prueba de los modelos.

TIPO ATRIBUTO DE CLASE	MODELO	MSE	RMSE	MAE
PUNT	Red neuronal	0,009	0,094	0,074
	Regresión lineal	0,009	0,094	0,075
DESEM	Red neuronal	0,071	0,267	0,221
	Regresión lineal	0,071	0,267	0,221

Por otra parte para la variable de tipo categórico MOD_INGLES_DESEM que clasifica el desempeño del estudiante en un nivel de inglés -A1, A1, A2, B1, B2, la predicción se realiza bajo modelos que permiten valores categóricos como lo es las redes neuronales, en este caso en la Tabla 9, se muestra los valores de exactitud (AUC), puntaje de clasificación de precisión (CA), calidad (Precisión), cantidad de identificación correcta (Recall) y combinación de precisión y recall (F1) definidos en [25], obtenidos para las fases de entrenamiento y prueba del modelo.

Tabla 9. Resultados precisión en entrenamiento y prueba de MOD_INGLES_DESEM

VALORES	ENTRENAMIENTO	PRUEBA
AUC	1,328	-2,076
CA	0,419	0,405
F1	0,395	0,381
Precision	0,433	0,415
Recall	0,419	0,405



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

DISCUSIÓN

En el proceso de selección de los atributos que determinan en mayor grado los atributos de clase, que miden mediante el puntaje en diferentes competencias el desempeño y calidad de la educación de un evaluado se encontraron que entre las más relevantes se encuentran el trabajo y la educación de los padres, por ello es importante diseñar políticas que permitan garantizar unos mínimos de educación a la población y así mismo un nivel de ingresos.

El aspecto de educación y trabajo esta altamente relacionado junto con los ingresos que requiere una familia de un estudiante, es por ello que otros factores que inciden en su rendimiento son el valor de la matrícula, el estrato, el índice socioeconómico y el tiempo que requiere el estudiante trabajar para garantizar esos mínimos vitales de ingresos, es por lo anterior que garantizando unos ingresos mínimos que minoricen el tiempo que requiere el estudiante en invertir en actividades no académicas se garantizaran mejores resultados.

Otro aspecto importante que influye en el desempeño se observa en la distribución geográfica del evaluado, mostrando que, así como se presenta una educación monoclásista, también es regionalizada e influye en gran medida su desempeño, adicionalmente la edad se vuelve un atributo importante en el proceso de predicción encontrándose que esta incide en el nivel de ingresos y en el acceso a la educación.

Teniendo lo anterior en cuenta se deben retomar propuestas por parte en primera instancia de las Instituciones de Educación Superior, como sistemas de apoyo de bienestar estudiantil [2], en coordinación con programas de riesgo académico, y políticas gubernamentales que se concentren en garantizar unos mínimos básicos en los atributos mencionados, lo cual mejorara el rendimiento de los estudiantes y por ende una mejor competitividad a nivel internacional.

Por otra parte, no es suficiente con mejorar las habilidades y competencias con herramientas tecnológicas o técnicas de estudio más sofisticadas, sino con políticas sociales que garanticen que el estudiante pueda obtener estos mínimos en su condición social, una propuesta de desaceleramiento del ritmo curricular [26], reduce la carga tanto para profesores y estudiantes, y así mismo brinda que el estudiante tenga tiempo de mejorar sus condiciones sociales, todo esto debe ir acompañado de un sistema de evaluación que además de brindar información del aprendizaje determine en que condiciones se aprende [4], lo cual viene altamente influido del entorno familiar y social del estudiante.

Desde la perspectiva de los resultados obtenidos se observa que tanto los modelos de predicción basados en redes neuronales y regresión lineal obtienen resultados con una alta precisión, lo cual los hace una solución factible para el problema propuesto, adicionalmente las redes neuronales presentan un mejor rendimiento, el cual puede verse incrementado por configuraciones que impliquen un mayor número de neuronas o una disposición diferente.

Por último, se puede observar que los errores presentados son similares en los 10 atributos numéricos lo cual tiene una relación con la homogeneidad de los atributos seleccionados en la predicción y su nivel de relevancia en cada una de las clases, presentándose comportamientos similares basados en la semejanza de la selección y relevancia de los atributos que predicen la clase.

CONCLUSIONES

El estudio realizado evidencio que se pueden caracterizar diferentes factores socioeconómicos asociados al rendimiento de los estudiantes de instituciones de educación superior técnica, tecnológica y universitaria en los diferentes componentes de la prueba Icfes Saber Pro los cuales permiten realizar una predicción con un MSE menor que 0,0775 para todos los casos.

El método de selección de atributos, el cual a su vez hace parte de la etapa tres de la metodología del proceso de minería de datos de CRISP-DM, influye en la homogeneidad del comportamiento al seleccionar las mismas características entre los modelos, por ende errores similares, la eliminación de atributos faltantes y anómalos y la discretización reduce la complejidad. La aplicación correcta de los procesos de preparación de los datos, entre los cuales se caracterizan la generación de variables adicionales, integración de diferentes orígenes de datos, eliminación de valores anómalos y la reducción de los atributos a trabajar mediante una selección de los mismos, ayuda a obtener un sed de datos de forma tal que se faciliten los procesos de análisis e interpretación de la información.

El seguimiento de una metodología para el proceso de minería de datos brinda un marco de trabajo organizado que facilita el desarrollo del proyecto y los procesos de descubrimiento de información

Los resultados obtenidos del entrenamiento y prueba de los diversos modelos obtenidos mediante redes neuronales y regresión lineal evidencian que las redes neuronales en general, obtienen un mejor rendimiento, con menor error sobre la regresión lineal.

Los modelos generados muestran que las características comunes a todos los atributos de clase y que a su vez influyen de manera importante en el proceso de predicción son los asociados con la educación de los padres y su estado laboral. Esto indica que el acompañamiento de los padres en el proceso educativo y de enseñanza de sus hijos, aunque sea en el ámbito de educación superior, es vital para el desarrollo de actitudes y capacidades a lo largo de la vida. Por otro lado, características como el sector de la universidad (Público o Privado) o si el estudiante tiene computador, no resultan relevantes en el momento de la predicción.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

REFERENCIAS

- [1] D. D. Rodríguez Rosero, R. E. Ordoñez Ortega, and M. E. Hidalgo-Villota, "Determinantes del rendimiento académico de la educación media en el departamento de Nariño, Colombia," *Lect. Econ.*, no. 94, pp. 87–126, 2021, doi: 10.17533/udea.le.n94a341834.
- [2] M. Marly Johana Bahamón and L. R. Ruiz, "Characterization of the intellectual ability, Sociodemographic and academic factors of students with high and low performances in the Saber Pro exam – 2012," *Av. en Psicol. Latinoam.*, vol. 32, no. 3, pp. 459–476, Apr. 2014, doi: 10.12804/apl32.03.2014.01.
- [3] D. Koretz and M. Langi, "Predicting Freshman Grade-Point Average from Test Scores: Effects of Variation Within and Between High Schools," *Educ. Meas. Issues Pract.*, vol. 37, no. 2, pp. 9–19, Jun. 2018, doi: 10.1111/emip.12173.
- [4] R. Timarán Pereira, F. A. Vidal Alegria, and D. Solís Flórez, "Identificación de Patrones de Rendimiento 2012-2014, en las Competencias Lectura Crítica Académico en las Pruebas Saber Pro entre y Comunicación Escrita con Técnicas Predictivas de Minería de Datos," *Descub. patrones desempeño académico con árboles decisión en las competencias genéricas la Form. Prof.*, pp. 51–64, 2016, doi: 10.16925/9789587600490.
- [5] N. Poh and I. Smythe, "To what extent can we predict students' performance? A case study in colleges in South Africa," *IEEE SSCI 2014 - 2014 IEEE Symp. Ser. Comput. Intell. - CIDM 2014 2014 IEEE Symp. Comput. Intell. Data Mining. Proc.*, pp. 416–421, 2015, doi: 10.1109/CIDM.2014.7008698.
- [6] D. R. Ospina, "Relaciones de Clase en el Sistema Universitario y su Efecto sobre el Rendimiento Académico: El Caso de Bogotá," *Multidiscip. J. Educ. Research*, vol. 9, no. 1, pp. 1–24, 2019.
- [7] J. D. García-González and A. Skrita, "Predicting academic performance based on students' family environment: Evidence for Colombia using classification trees," *Psychol. Soc. Educ.*, vol. 11, no. 3, pp. 299–311, Nov. 2019, doi: 10.25115/psyse.v11i3.2056.
- [8] A. I. Oviedo Carrascal and J. Jiménez Giraldo, "Minería de datos educativos: Análisis del desempeño de estudiantes de ingeniería en las pruebas SABER-PRO," *Rev. Politécnica*, vol. 15, no. 29, pp. 128–140, Jul. 2019, doi: 10.33571/rpolitec.v15n29a10.
- [9] M. Rodríguez and J. Correa, "Impacto del contexto municipal sobre el desempeño académico individual," *Lect. Econ.*, vol. 90, no. 90, pp. 159–193, Dec. 2018, doi: 10.17533/udea.le.n90a06.
- [10] R. Timarán-pereira, A. Hidalgo-troya, and F. Vidal-alegría, "Una Mirada al Desempeño Académico en las Pruebas Saber Pro de los Estudiantes de Ingeniería desde la Minería de Datos Educativa," pp. 29–43, 2020.
- [11] R. R. Ruiz Escorcía, J. B. Arévalo Medrano, G. P. Morillo, and P. B. Acosta-Humánez, "Análisis de componentes principales aplicado a la prueba estatal Colombiana Saber 11," *Espacios*, vol. 39, no. 10, 2018.
- [12] "Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DM - Documentación de IBM." .
- [13] O. A. Tapasco-Alzate, F. J. Ruiz-Ortega, D. Osorio-García, and D. Ramírez-Ramírez, "El historial académico de secundaria como factor predictor del rendimiento universitario. Caso de estudio," *Rev. Colomb. Educ.*, vol. 1, no. 81, pp. 147–169, 2020, doi: 10.17227/rce.num81-7530.
- [14] "Minería de datos de Orange - Minería de datos." .
- [15] ICFES, "DICCIONARIO DE VARIABLES SABERPRO PERIODO 2012-2019," May 2020. Accessed: May 27, 2021. [Online]. Available: https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1885889/2.+Genericas_SaberPro_2012_2019.pdf.
- [16] R. Dash, R. Paramguru, and R. Dash, "Comparative Analysis of Supervised and Unsupervised Discretization Techniques," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 2, 2011.
- [17] K. Kira and L. A. Rendell, "A Practical Approach to Feature Selection," in *Machine Learning Proceedings 1992*, Elsevier, 1992, pp. 249–256.
- [18] I. Kononenko, E. Šimec, and M. Robnik-Šikonja, "Overcoming the Myopia of Inductive Learning Algorithms with RELIEFF," *Appl. Intell.*, vol. 7, no. 1, pp. 39–55, 1997, doi: 10.1023/A:1008280620621.
- [19] M. Robnik-Šikonja and I. Kononenko, "An adaptation of Relief for attribute estimation in regression."
- [20] H. L. Nguyen, Y. K. Woon, W. K. Ng, and L. Wan, "Heterogeneous ensemble for feature drifts in data streams," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2012, vol. 7301 LNAI, no. PART 2, pp. 1–12, doi: 10.1007/978-3-642-30220-6_1.
- [21] L. Yu and H. Liu, "Feature Selection for High-Dimensional Data: A Fast Correlation-Based Filter Solution," 2003.
- [22] R. J. Urbanowicz, M. Meeker, W. La Cava, R. S. Olson, and J. H. Moore, "Relief-based feature selection: Introduction and review," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 85. Academic Press Inc., pp. 189–203, Sep. 01, 2018, doi: 10.1016/j.jbi.2018.07.014.
- [23] R. P. Priyadarsini, M. L. Valarmathi, and S. Sivakumari, "GAIN RATIO BASED FEATURE SELECTION METHOD FOR PRIVACY PRESERVATION," *ICTACT J. SOFT Comput.*, vol. 1, no. 4, pp. 1–5, Apr. 2011, doi: 10.21917/ijsc.2011.0031.
- [24] O. Al-Harbi, "A Comparative Study of Feature Selection Methods for Dialectal Arabic Sentiment Classification Using Support Vector Machine," *IJCSNS Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur.*, vol. 19, no. 1, Feb. 2019, Accessed: May 27, 2021. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1902.06242>.
- [25] Orange Data Mining, "Scoring methods (scoring)," *Orange Data Mining Library 3 documentation*, 2015. <https://orange3.readthedocs.io/projects/orange-data-mining-library/en/latest/reference/evaluation.cd.html> (accessed Jun. 09, 2021).
- [26] M. Kaffenberger and L. Pritchett, "A structured model of the dynamics of student learning in developing countries, with applications to policy," *Int. J. Educ. Dev.*, vol. 82, p. 102371, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.ijeducdev.2021.102371.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Generador de Documentos de Texto con Reconocimiento de Voz

Jorge Aurelio Arturo de la Montaña
Gutiérrez palacios
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70, Bogotá
joagutierrezp@correo.udistrital.edu.co

Sonia Alexandra Pinzón Núñez
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70, Bogotá
spinzon@udistrital.edu.co

RESUMEN

Las herramientas ofimáticas son un apoyo fundamental en la mayoría de las organizaciones, ya que facilitan el procesamiento y gestión de documentos digitales, de tal forma que simplifican las funciones de oficina, por otra parte, son muchas los servicios que se encuentran a disposición para incorporar nuevas tecnologías que aplican inteligencia artificial como Machine learning e Internet de las cosas.

En este artículo se describe del desarrollo de una aplicación que permite crear plantillas de documento para generarlos a partir del reconocimiento de voz, haciendo uso de tecnologías como HTML, CSS, Angular, Firebase, JavaScript y los servicios de reconocimiento de voz que proporciona Google Cloud, los cuales permiten trabajar la funcionalidad necesaria para realizar dicha tarea, como respuesta a la necesidad que se identificó en la Fundación color y esperanza por nuestros héroes –FUNCOES de Colombia.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para 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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

Office automation tools are a fundamental support in most organizations, since they facilitate the processing and management of digital documents, in such a way that they simplify office functions, on the other hand, there are many services that are available to incorporate new technologies that apply artificial intelligence such as Machine learning and the Internet of Things.

This article describes the development of an application that allows you to create document templates to generate them from speech recognition, making use of technologies such as HTML, CSS, Angular, Firebase, JavaScript and the speech recognition services provided by Google Cloud, which allow you to work the necessary functionality to perform this task, as a response to the need that was identified in the Color and Hope Foundation for our heroes – FUNCOES of Colombia.

Categorías y Descriptores Temáticos

D.2: Software engineering: Software creation and management, Software development techniques, Software prototyping.
D.2: Ingeniería de software: creación y gestión de software, técnicas de desarrollo de software, prototipos de software.

Términos Generales

Desarrollo de Software, Aplicaciones Web, reconocimiento de voz

Palabras clave

Desarrollo de Software, Aplicaciones Web, reconocimiento de voz

Keywords

Software Development, Web Applications, Speech Recognition.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, vivimos en la sociedad de la información donde el almacenamiento y manipulación documental es vital para la mayoría de empresas y donde los empleados ya poseen competencias para el manejo de estas herramientas de forma natural. Pero, según el estudio (MinTIC, 2021) como consecuencia de la brecha digital, aún hay personas que no han desarrollado dichas competencias debido a su grado de escolaridad o a la dificultad de acceso a estas tecnologías. Por lo tanto, el crear un reporte e incluso una carta se convierte en una tarea complicada que muchas veces requiere un cierto grado de técnica, aunque existan herramientas ofimáticas que contengan plantillas predeterminadas para generar diferentes tipos de documentos.

Por otra parte, el desarrollo de tecnologías como Machine learning e Internet de las cosas se ha incrementado en los últimos años y son varias las compañías que han generado servicios que pueden ser integrados a las aplicaciones web o móviles[2] para incorporar diversas funcionalidades, entre ellas el reconocimiento de voz [4].

Por lo anterior se propone implementar un generador de documentos con reconocimiento de voz que integre tecnologías de desarrollo web junto los servicios de Google de Machine learning específicamente el API Speech to text[11], con el objeto de facilitar a los usuarios la realización de tareas como crear cartas o informes.

2. OBJETIVO

Desarrollar un módulo para la generación automática de documentos de texto apoyado en las herramientas de reconocimiento de voz.

3. METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

A continuación, se describen los aspectos más relevantes que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del aplicativo propuesto.

Problemática

La propuesta para desarrollar el generador de documentos con reconocimiento de voz surge a partir del trabajo que se ha adelantado con la Fundación Color y Esperanza por nuestros Héroes – FUNCOES, cuyos miembros son personas que han perdido familiares víctimas del conflicto Armado en Colombia y que se encuentran ubicadas a lo largo del territorio nacional. Esta fundación realiza varias actividades, entre ellas participar en diferentes eventos y hacer presencia en diferentes instancias para ser reconocidos como víctimas. Actualmente su labor está encaminada a crear tejido social y mantener la memoria de sus hijos. En esta labor deben realizar y gestionar un gran número de documentos, tales como cartas, informes y relatos.

A partir del trabajo con la fundación FUNCOES, se logró identificar la necesidad de crear una herramienta que permitiera generar plantillas para la generación automática de los documentos que manejan los miembros, los cuales muchas veces no tienen equipos tecnológicos como computadores, dependiendo casi siempre de su teléfono móvil, lo que dificulta el proceso de digitar y crear documentos.

El diseño y desarrollo de un módulo para el sistema de información web de FUNCOES, permitirá generar documentación automática con los diferentes formatos para generar cartas, informes y datos específicos de la fundación incorporando tecnologías de reconocimiento de voz. Adicionalmente, para prever algunas de las posibles dificultades de accesibilidad se integrará una herramienta para la transcripción de voz a texto para el diligenciamiento de los mismos, dado que en algunos casos los participantes solo disponen de medios informáticos desde su celular.

Librerías para generar documentos pdf y doc

Un generador automático de documentos es una aplicación que permite crear archivos de manera dinámica en formatos de texto que por lo general son usados en herramientas ofimáticas como word permitiendo usar formatos .pdf o docx, entre otros. Estos archivos son generados a partir de librerías o funciones específicas dependiendo del lenguaje de programación con el cual se esté desarrollando[5].

En general se pueden encontrar librerías gratuitas que se incorporan a las aplicaciones, con las cuales se implementa el código. A continuación, se describen algunas de las librerías más utilizadas para realizar dicha funcionalidad.

Tabla 1. Librerías para generar archivos pdf.

Nombre de librería o función	Tipo de archivos que permite generar	Lenguaje de programación.
Fpdf[9]	Pdf	PHP
iText [10]	Pdf	Java
Tcpdf[3]	Pdf	PHP
PHPWord[16]	documentos Word	PHP
Java2word [1]	documentos Word	Java
Apache POI[1]	documentos Word	Java
Maven [1]	documentos Word	Java
html-docx-js [13]	Documentos Word	Angular

Reconocimiento de voz automático

El reconocimiento de voz consiste en la aplicación de un algoritmo de procesamiento de voz que transforma la señal de audio en un texto o viceversa [10]. Dicho algoritmo se basa en varios módulos que permiten extraer las características del audio a través de la segmentación mediante los cuales se calculan los valores de cada segmento, posteriormente el módulo de decodificación se encarga de generar la secuencia de vectores de características a partir de los modelos probabilísticos de lenguaje y acústico. Adicionalmente se utiliza un diccionario que contiene la lista de palabras que el algoritmo puede reconocer, así como su descomposición en unidades acústicas como sílabas o fonemas. Todo esto permite la



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

transformación de la señal de voz en un texto [18], tal como se observa en la Figura 1.

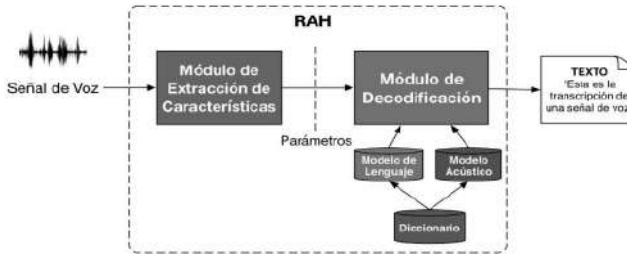


Figura 1. Arquitectura de un algoritmo de reconocimiento de voz a texto [18].

Servicio de reconocimiento de voz de Google

En este ámbito Google ha generado una serie de servicios y APIs que permiten realizar la conversión de voz a texto, como es el caso del API Speech to text basado en tecnologías de inteligencia artificial [11].

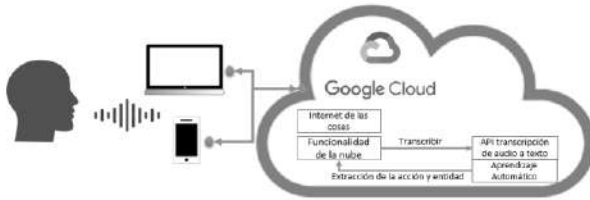


Figura 2. Arquitectura de los servicios de Google para reconocimiento de voz. Basado en (Google,2020)

En la Figura 2 se puede observar la arquitectura utiliza el API Speech to text para transcribir una señal o comando de audio que puede ser registrada mediante un dispositivo con acceso web y a través del Core de Internet de las cosas y la funcionalidad del Google Cloud se transcribe aplicando los algoritmos de aprendizaje automático.

Propuesta Tecnológica

La aplicación implementada consiste en un conjunto de herramientas que permiten agilizar los procesos de generación de documentos de texto en formato doc y pdf, tiene el objetivo de permitir la creación de plantillas de documentos estándar como cartas o informes y de ingresar la información a partir de la transcripción de los datos mediante el reconocimiento de voz. A continuación, se describen los aspectos generales que se utilizaron para el desarrollo de este aplicativo.

Descripción Del Sistema

El sistema permite la creación de plantillas de documentos y el registro de los datos por medio de reconocimiento de voz, para ello se implementan los módulos de edición de plantillas, gestión de

plantillas, registro de datos y generador de documentos. En la Figura 3, se muestra el flujo de datos del sistema.

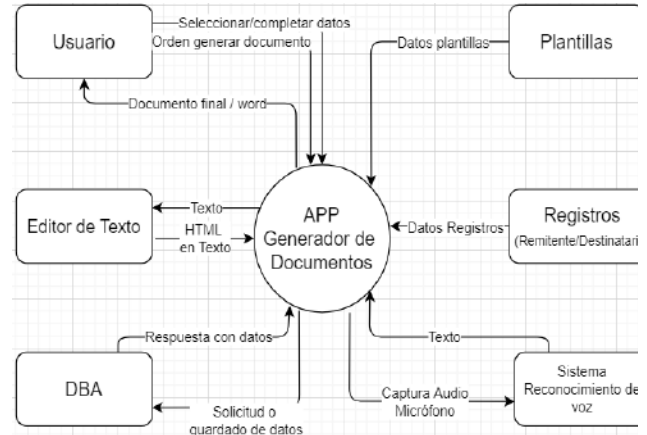


Figura 3. Diagrama de contexto del sistema. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3, se presenta el diagrama de contexto el cual representa la funcionalidad propuesta en la aplicación.

El proceso permite que el usuario inicialmente pueda crear documentos desde cero a partir de una plantilla que tendrá herramientas para la edición de los elementos del documento que desee generar, esta funcionalidad se encuentra en el módulo de Creación de plantillas. Posteriormente desde el módulo de gestión de plantillas se podrá acceder al listado de las plantillas creadas que permitirá su manipulación. Adicionalmente el usuario podrá acceder al listado de los datos registrados (información personas para preestablecer datos), en el cual el usuario podrá buscar los datos registrados y tendrá las opciones de ver información, registrar, actualizar datos o eliminar.

Finalmente, el usuario podrá generar documentos automáticamente en formato Word, realizando el siguiente proceso: primero, deberá buscar y seleccionar una plantilla de la lista, luego buscar y seleccionar los datos de la lista para completar o diligenciar manualmente los datos requeridos según la plantilla seleccionada.

Voz a texto y complementos Se implementará la transición de voz a texto en los diferentes módulos y formularios del proyecto para diligenciar o completar campos de texto mediante comandos de voz, además se mostrará un inicio donde el usuario verá información y pasos guías para generar documentos.

Módulos Del Sistema

La aplicación comprende los siguientes módulos:

- Módulo editor de plantillas: permite al usuario la creación de documentos desde cero, tendrá herramientas para la edición del texto, opciones para insertar imágenes y preestablecer



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

campos como información del remitente, asunto y destinatario.

Para la implementación de este módulo integró el editor CKEditor4 [6] que proporciona la funcionalidad del procesador de texto a las páginas web, esta herramienta está conformada por una barra de herramientas preestablecida para edición de texto, que contiene los botones asociados a las funciones de guardar plantilla, descargar Word, insertar imágenes, insertar campos preestablecidos. En la Figura 4, se observa dicha interfaz.



Figura 4. Interfaz Editor de plantillas. Fuente: Elaboración propia

- Módulo Gestión Plantillas genera el listado de las plantillas creadas, el cual se puede observar en la Figura 5. El usuario podrá gestionar las plantillas almacenadas en la base de datos. Se podrán hacer búsquedas a partir del título de la plantilla y tendrá las opciones de editar, agregar o eliminar una plantilla.

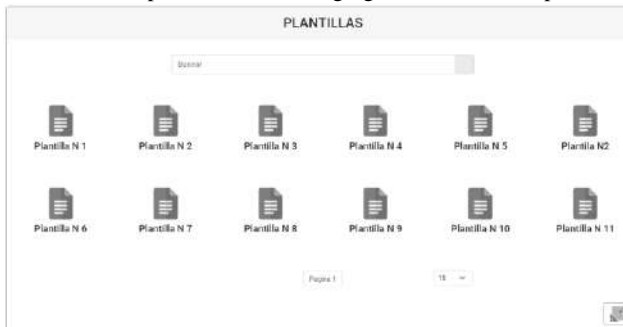


Figura 5. Vista listado de plantillas. Fuente: Elaboración propia

- Módulo Registro de Datos: Este módulo se encarga de los procesos de registro, actualización, búsqueda y eliminación de los datos que se agregan a las plantillas.

Para el desarrollo de la funcionalidad del campo de búsqueda que se observa en la Figura 6, se incorporó el servicio de pipes de Angular [7], que permite transformar los datos para mejorar su presentación en la interfaz. Para mostrar los registros se implementó una tabla de datos, un formulario para actualizar los registros y además se diseñó la interfaz para subir y actualizar firmas.



Figura 6. Filtro de búsqueda de datos. Fuente: Elaboración propia

El reconocimiento de voz se implementa en la aplicación, para mejorar la experiencia de usuario para lograr ser inclusivos con los diversos tipos de usuario que puede llegar a tener el proyecto, será usado principalmente como apoyo para diligenciar los formularios y demás campos de texto, como aparece en la Figura 7.

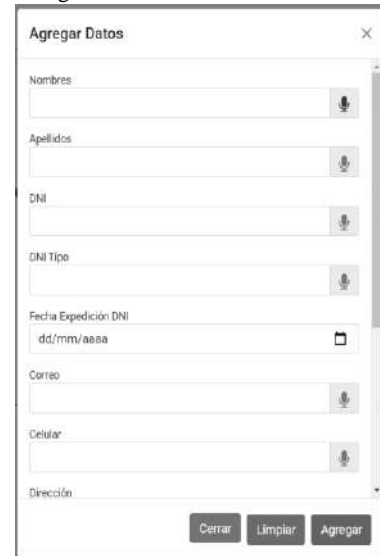


Figura 7. Módulo registro de datos voz a texto. Fuente: Elaboración propia

Se implementó mediante los servicios de Google [17] al crear una instancia de `webkitSpeechRecognition`: “let sr = new `webkitSpeechRecognition` ();”, se define una función a `onresult` del objeto que es creado el cual es invocado cada que se detecta al usuario hablar y al terminar de hablar, es decir, captura cada frase u oración[12]. El botón para la transcripción de voz a texto con la función (`speechToText`)=`"vozCambiar2('nombres',$event)"` , la cual genera un evento que contiene el texto final. Para esto el botón se presionará una vez para la captura de voz y se volverá a presionar para detener este proceso y generar el texto.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- **Módulo Generador:** En este módulo el usuario podrá generar documentos word automáticamente, primero, deberá buscar y seleccionar una plantilla de la lista, luego buscar y seleccionar los datos de la lista para completar o diligenciar manualmente los datos requeridos según la plantilla seleccionada, finalmente podrá generar un documento tipo Word. Para generar los documentos, se agregó e implementó un Stripe de Angular Material [14] para dividir por pasos la generación del documento final. La interfaz de este módulo se observa en la Figura 8.



Figura 8. Módulo Generar Documento. Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

El prototipo web inclusivo se integró al portal de la Fundación FUNCOES. La prueba funcional del prototipo se llevó a cabo con un grupo focal conformado por los miembros gestores de la fundación, quienes dieron el aval al prototipo.

Con el desarrollo del proyecto se ha generado una herramienta útil para los miembros de la fundación FUNCOES, así estos puedan desarrollar sus actividades normalmente, se apoya la inclusión de personas que están ubicadas a nivel nacional que tienen bajos recursos y que de otra manera no podrían formar parte de la fundación.

Actualmente la aplicación se encuentra en fase de revisión y validación.

CONCLUSIONES

El proyecto: “Generador automático de documentos con reconocimiento de voz para el sistema de información web de FUNCOES”, apoya las TIC desde áreas centradas a usuarios con conexión a internet busca lograr una mayor inclusión al uso de las tecnologías así tener una menor brecha digital en el país.

Se logró la integración de los servicios de Google Cloud a través del API Speech to Text con el Framework de Angular y la generación de documentos con formato Word, permitiendo generar una solución óptima para dar solución a una necesidad tecnológica.

El desarrollo del proyecto permite abrir una serie de posibilidades para el desarrollo de nuevas aplicaciones que incorporen este tipo de servicios y probablemente en una siguiente versión generar una aplicación móvil.

4. REFERENCIAS

- [1] Acervolima.com. Programa Java para crear un documento de Word – Acervo Lima. (n.d.). Retrieved September 17, 2021, from <https://es.acervolima.com/2021/09/12/programa-java-para-crear-un-documento-de-word/>
- [2] Arias Castañeda. A. Riaño Moreno. C. Pinzón Nuñez. S. (2021). Integración de tecnologías OCR y reconocimiento de voz para captura de datos en aplicaciones móviles. IV Congreso Internacional de investigación multidisciplinario INCAING 2021. páginas 525-534. (11/06/2021). Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1fB7TPFEQmTxLKKCcWIE9MFtW9HcAEO3h/view>
- [3] Asuni, N. (2002). TCPDF. Tcpdf.org. (15/08/2021). Obtenido de: <https://tcpdf.org/>
- [4] Banafa, A. (2021b, enero 11). Diez tendencias del Internet de las Cosas en 2020. OpenMind. (11/06/2021). Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/diez-tendencias-del-internet-de-las-cosas-en-2020/>
- [5] Byte Ti, R. (2016, 16 junio). El editor y generador de documentos inteligente se hace realidad con Ibermática. Revista Byte TI. (15/08/2021). Obtenido de: https://revistabyte.es/actualidad-it/editor-generador-de-documentos-inteligente/?fbclid=IwAR2Vn0zzumcD39pnCK1Z0wTc_dg605VZSIXhtuJkoIL0XEWJzlG1WWyo1g%3Eal
- [6] CKSource. (2021). WYSIWYG HTML Editor | Collaborative Rich Text Editor | CKEditor. CKSource. (6/05/2021). Obtenido de: <https://ckeditor.com/>
- [7] DesarrolloWeb.com. (2021, 16 abril). *Crear y usar pipes en Angular*. Desarrollo Web. (8/06/2021). Obtenido de: <https://desarrolloweb.com/articulos/crear-usar-pipes-angular>
- [8] FPDF.org (2001). FPDF Library PDF generator. (15/08/2021). Obtenido de: <http://www.fpdf.org/>
- [9] PDF. (2018, October 12). iText 7 Suite. IText PDF. (15/08/2021). Obtenido de: <https://itextpdf.com/es/products/itext-7>
- [10] Franco Salvador, M. (2011). Navegación web usando la voz (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). (15/08/2021). Obtenido de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/119104/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [11] Google. (2020). *Speech-to-Text: reconocimiento de voz automático*. Google Cloud. (15/08/2021). Obtenido de: <https://cloud.google.com/speech-to-text?hl=es>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [12] MinTIC. (2021, 6 abril). Índice de brecha digital regional. Ministerio de las Tic Colombia. (8/06/2021). Obtenido de: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-162387.html>
- [13] Npm. (2016, 17 mayo). *npm: html-docx-js*. (11/06/2021). Disponible en: <https://www.npmjs.com/package/html-docx-js>
- [14] Paganini, B. (2019, 26 marzo). *Como generar un Word desde el Frontend con HTML y Angular*. Medium. <https://medium.com/@paganini.bruno/como-generar-un-word-desde-el-frontend-con-html-y-angular-16867587239a>
- [15] Parzibyte, P. (2019, 10 diciembre). Reconocimiento de voz en la web. Parzibyte's blog. (15/08/2021). Obtenido de: <https://parzibyte.me/blog/2019/12/01/reconocimiento-voz-web/>
- [16] Parzibyte. (2019, June 13). Crear documentos de Word con PHP y PHPWord. Parzibyte's Blog. (15/08/2021). Obtenido de: <https://parzibyte.me/blog/2019/06/13/crear-documentos-word-php-phpword/>
- [17] Pérez, J., Díaz, F. J., & Harari, I. (2017). Ejecución de comandos de voz mediante Web Speech API. In XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2017).
- [18] Sigcha Quezada. F. (2017). Aplicación de tecnologías de segmentación de audio y reconocimiento automático de dialecto para la obtención de información de diálogos contenidos en audio Navegación web usando la voz (Tesis pregrado). Universidad de Cuenca. Ecuador (15/08/2021). Obtenido de: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27383/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Sistema Web para detección de enfermedades en cultivos utilizando una Red Neuronal Convolutiva

Deny Lizbeth Hernández
Rabadán

Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac 566
Jiutepec, Morelos
+51 777 229 35 06
dhernandezr@upemor.uedu.mx

Juan Paulo Sánchez
Hernández

Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac 566
Jiutepec, Morelos
+51 777 229 35 06
Juan.paulosh@upemor.uedu.mx

José Alfredo Benítez
Arroyo

Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac 566
Jiutepec, Morelos
+51 777 229 35 06
bajo170395@upemor.edu.mx

Roberto Enrique López Díaz

Universidad Politécnica del Estado de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac 566
Jiutepec, Morelos
+51 777 229 35 06
rlopezd@upemor.edu.mx

Sandra Elizabeth León Sosa

Universidad Politécnica del Estado de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac 566
Jiutepec, Morelos
+51 777 229 35 06
lsandra@upemor.edu.mx

RESUMEN

En la actualidad existen diversas aplicaciones para la identificación automática de enfermedades en cultivos. Algunas de estas aplicaciones son gratuitas, aunque limitadas en funcionalidades, y otras de paga que facilitan más operaciones para el usuario. Sin embargo, la mayoría de estas aplicaciones solo permite realizar la identificación de cultivos y enfermedades específicos para los que fueron preparados y no brindan la capacidad al usuario de poder entrenar al sistema con nuevas enfermedades. En este artículo, se describe el desarrollo de un sistema Web que permite al usuario entrenar a las redes neuronales convolucionales para aprendizaje de diferentes tipos de enfermedad que puede presentar un cultivo, así como permitir gestionar los entrenamientos con diversos parámetros de configuración de la arquitectura de la red para analizar los resultados generados en cada entrenamiento.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

In this time, there are several applications applied to the automatic identification of diseases in crops. Some applications are free, although with certain limitations, and others are not free that include interesting features. However, all are limited to identifying the specific crops and diseases for which they were trained and do not provide the user with the option to train the system with a new pattern. This paper presents the development of a Web system that allows the user to train convolutional neural networks with different types of disease and allows the change of the configuration parameters of the neural network architecture to verify the results obtained in each training.

Categorías y Descriptores Temáticos

Algoritmos de aprendizaje de máquina, Aprendizaje supervisado, Aprendizaje profundo, Redes neuronales convolucionales.

Learning paradigms, Supervised learning, Supervised learning by classification

Palabras clave

Redes neuronales convolucionales, algoritmos de aprendizaje supervisado, desarrollo web.

Keywords

Convolutional neural network, supervised machine learning algorithm, Web development.

Keywords are your own designated keywords.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

INTRODUCCIÓN

En la comunidad científica existe gran interés por atender el problema del diagnóstico de enfermedades y plagas que afectan a los cultivos a partir del análisis de imágenes del mismo. El contar con un sistema que automáticamente brinde resultados confiables permite aplicar el procedimiento de control en tiempo y evitar así pérdidas económicas a los agricultores.

En la actualidad se han desarrollado e implementado diferentes metodologías que hacen uso de técnicas de la inteligencia artificial para llevar a cabo el diagnóstico automático de enfermedades en imágenes de cultivos. Muchas de estas metodologías se han logrado implementar en sistemas Web o aplicaciones móviles, proporcionándoles interfaces gráficas sencillas a los usuarios para poder distinguir qué enfermedad presenta su planta. Sin embargo, estos sistemas están limitados al reconocimiento de enfermedades y cultivos para los que fueron entrenados, por lo que no presentan un ambiente que facilite al usuario entrenar al sistema para aprendizaje de otros cultivos y enfermedades.

Trabajos Relacionados

En la Tabla 1, se presenta un listado breve de algunas aplicaciones móviles y sistemas Web desarrollados para diagnóstico de enfermedades en plantas.

Tabla 1. Aplicaciones móviles y web para el cuidado de cultivos

Nombre	Plataforma	Descripción
Plantix	Móvil	Una de las aplicaciones más estables del mercado para el reconocimiento de enfermedades en cultivos con Machine Learning [1].
CheckIT	Móvil	Una aplicación móvil que tiene implementado un sistema de recomendaciones de nutrientes en los cultivos [2].
PocketL AI	Móvil	Aplicación móvil de bajo costo que evalúa la calidad de los cultivos tomando en cuenta el índice de área foliar [3].
Plagapp	Móvil	Aplicación desarrollada por estudiantes de ingeniería en Colombia para apoyar a los agricultores que permite el reconocimiento de plagas en cultivos a partir de imágenes [4].
PDDAp	Móvil/Web	Aplicación móvil y web para el reconocimiento de enfermedades en plantas por medio de imágenes. Utiliza algoritmos de deep learning para realizar el reconocimiento [5].

La mayoría de los sistemas web o aplicaciones móviles comerciales para diagnóstico de enfermedades en cultivos, no exponen las metodologías o técnicas que han aplicado para lograr ese objetivo. Sin embargo, debido a la revisión de diversos trabajos de investigación relacionados, se han logrado identificar los modelos computacionales más eficientes. Tal es el caso, del trabajo presentado en [6], quienes entrenaron una red neuronal convolucional utilizando la base de datos pública proporcionada por PlantVillage para lograr identificar 14 especies de cultivo y 26 enfermedades (o ausencia de ella) en las imágenes. El modelo entrenado logró alcanzar una eficacia de 99.35%.

La base de datos de PlantVillage está compuesta por alrededor de 54303 imágenes de hojas, clasificadas en 38 categorías por cultivo y enfermedad. La base de datos se creó en un ambiente de laboratorio, por lo que las imágenes tienen fondo homogéneo y estabilidad en la iluminación, lo que facilita su procesamiento y análisis. Además, otros investigadores que también realizaron experimentación con este *dataset* fueron Ashqar y Naser [7]. Ellos realizaron pruebas entrenando dos modelos de red neuronal para reconocer 5 enfermedades del tomate, uno utilizando las imágenes a color (RGB) y el otro modelo con las imágenes en escala de grises. Los resultados obtenidos con el primer modelo fue una eficacia del 99.84% y con el segundo de 95.54%.

Jadhav y otros [8] utilizaron dos redes neuronales pre-entrenadas para reconocer 3 enfermedades en imágenes de cultivo de soya, estas arquitecturas fueron GoogleNet y AlexNet. Los resultados que obtuvieron en eficacia con cada una de las arquitecturas de RNC fue de un 98.75% con AlexNet y 96.25% con GoogleNet.

Algunos otros trabajos para diagnóstico de enfermedades utilizan *dataset* de imágenes complejas, en donde existen variaciones en la intensidad de la iluminación y del fondo, tal es el caso del presentado por Adhikari y otros [9]. El sistema propuesto logró alcanzar en promedio una precisión del 76% en el reconocimiento de 3 tipos de enfermedad del tomate. La metodología que proponen incluye una etapa de procesamiento de la imagen en donde se delimita manualmente el área de enfermedad para posterior entrenamiento con el modelo de red neuronal convolucional llamado YOLO.

En conclusión, la revisión del estado del arte en este tema de investigación, nos permitió identificar a las redes neuronales Convolucionales como el modelo computacional mayormente utilizado pues ha demostrado alcanzar porcentajes altos de eficiencia para el problema de diagnóstico de enfermedades en imágenes de un cultivo, por tal motivo surge el interés de integrarlas en la metodología propuesta. En el trabajo presentado en [10] se brinda una explicación detallada del proceso de inferencia realizado por las redes neuronales convolucionales aplicado al diagnóstico de enfermedades.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

OBJETIVOS

Desarrollar un sistema Web para la detección automática de enfermedades en imágenes de cultivos utilizando una Red Neuronal Convolutiva.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Las metodologías aplicadas para el desarrollo del sistema fueron dos: una metodología para desarrollo de software y la metodología de visión computacional.

Metodología de Visión Computacional

En cuanto a la metodología de visión computacional que se siguió para el desarrollo del sistema, ésta consideró los procesos generales que integra un proyecto para desarrollo de un Sistema de visión computacional (véase Figura 1), la cual dividimos en dos fases:

- **Fase de entrenamiento:** también llamada de aprendizaje, pues en ella se integra el modelo computacional que será entrenado para extraer y aprender las características más sobresalientes del cultivo y enfermedades de interés.
- **Fase de evaluación:** en esta fase se evaluarán los resultados del aprendizaje del sistema, la imagen a ingresar será una que no se haya considerado para entrenamiento del mismo.

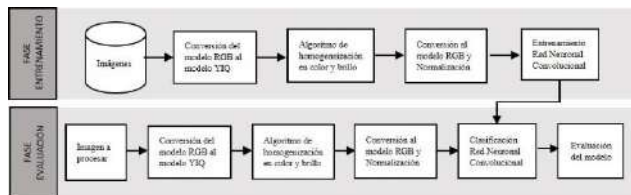


Figura 1. Metodología de visión computacional. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, describiremos los procesos más sobresalientes de las dos fases:

1.-Construcción del *dataset* de imágenes: Para realizar el entrenamiento de la red neuronal convolutiva se utilizaron imágenes que fueron adquiridas en un invernadero de cultivo de jitomate con presencia de la enfermedad Cenicilla polvorienta, las imágenes no contaban con control en iluminación y de fondo.

2.-Conversión al modelo de color YIQ. Las imágenes se convirtieron del modelo de color RGB al modelo de color YIQ aplicando las ecuaciones 1,2 y 3:

$$\begin{aligned} Y &= 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B & (1) \\ I &= 0.596 * R - 0.275 * G - 0.321 * B & (2) \\ Q &= 0.212 * R - 0.523 * G + 0.311 * B & (3) \end{aligned}$$

Donde R,G,B representan los valores de cada uno de los componentes del rojo, verde y azul para cada pixel de la imagen.

3.-Algoritmo de homogeneización en color y brillo. Una vez que se obtiene la imagen en el modelo de color YIQ, se aplica el algoritmo propuesto por [11] y aplicado también en [12], para realizar un ajuste en color y brillo a todo el *dataset* de imágenes. El algoritmo necesita como entrada una imagen de referencia que demuestre tener estabilidad en ambos parámetros (color y brillo). Las ecuaciones aplicadas fueron las siguientes:

$$\mu_{im} = \frac{1}{m \times n} \sum_{n=1}^{m \times n} I(n) \quad (4)$$

$$\mu_{new} = \mu_{tar} - \mu_{im} \quad (5)$$

$$I_{new} = I(n) + \mu_{new} \quad (6)$$

Donde:

- $I(n)$ es el valor de intensidad para cada canal Y,I,Q de la imagen de entrada,
- μ_{im} es el valor de la media para cada canal de la imagen de entrada
- μ_{tar} es el valor de la media para cada canal de la imagen de referencia con una matriz de tamaño m x n.
- I_{new} es la nueva imagen con ajuste en color y brillo para cada canal Y,I,Q.

4.-Conversión al modelo RGB y normalización. Una vez que la imagen se mejoró en color y brillo, ésta es convertida nuevamente al modelo RGB, aplicando (7),(8) y (9).

$$R = Y + 0.957 * I + 0.621 * Q \quad (7)$$

$$G = Y - 0.272 * I - 0.647 * Q \quad (8)$$

$$B = Y - 1.107 * I + 1.705 * Q \quad (9)$$

En la Figura 2, se pueden observar los resultados de una imagen de entrada y su mejora en color y brillo.



Figura 2. a) imagen de entrada y b) imagen mejorada en color y brillo Fuente:Adquisición propia.

Las imágenes en RGB después son normalizadas aplicando las siguientes ecuaciones (10)(11)(12):

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad (10)$$



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

$$g = \frac{G}{R+G+B} \quad (11)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \quad (12)$$

Donde RGB son valores en el rango de [0:255] y rgb en el rango de [0:1]

5.-Entrenamiento de la Red Neuronal Convolutiva (RNC): Las RNC son redes neuronales artificiales que aprenden de manera supervisada, es decir, a partir de ejemplos. A diferencia de las arquitecturas tradicionales, en las RNC existe una capa convolutiva que consta de un conjunto de neuronas dispuestas de tal manera que forman un filtro, el cual tiene como propósito extraer características que serán las utilizadas para el aprendizaje.

Los elementos que consideramos para nuestra RNC, son los que corresponden a la arquitectura básica:

- **Entrada:** Se reciben como entrada los píxeles de la imagen normalizada y homogeneizada en color y brillo.
- **Capa de convolución:** La operación de convolución permite extraer diferentes características de las imágenes de entrada. La primera capa de convolución extrae características de bajo nivel, tales como: bordes, líneas y esquinas. Las capas más profundas extraen características de alto nivel. El sistema permitirá aplicar dos capas de convolución dentro de la arquitectura de la RNC. En las convoluciones se toman grupos de píxeles de la imagen de entrada que serán multiplicados por un Kernel en un proceso iterativo. El resultado de la convolución permitirá generar una nueva capa de neuronas ocultas.
- **Submuestreo:** En esta capa se realiza una reducción de cada una de las matrices generadas en la capa previa. La técnica habitual utilizada en esta capa es el MaxPooling.
- **Red Neuronal Multiconectada:** En esta capa de clasificación se utiliza una red neuronal clásica para entrenar los patrones obtenidos de las capas previas.
- **Función de activación:** La función que es aplicada es la llamada ReLu por Rectifier Linear Unit, al ser la más utilizada y recomendada en la literatura pues ofrece la ventaja de que con ella se puede realizar el entrenamiento de la RNC mucho más rápido [13].

Metodología de desarrollo de software

El seguimiento de una metodología de desarrollo de software nos ayuda a garantizar la creación de un producto de calidad, a través del uso de marcos de trabajo bien definidos. Por tal razón, se aplicó la metodología incremental [14], la cual cuenta con las etapas de: Comunicación, Planeación, Modelado, Despliegue y Construcción (véase Figura 3). Cabe hacer mención, que se realizaron cinco incrementos para poder desarrollar el software en su totalidad.

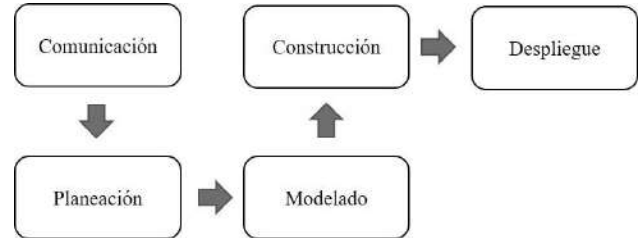


Figura 3. Modelo incremental para el desarrollo de software propuesto. Fuente: Adaptado de [14].

En la etapa de comunicación se aplicó la técnica de lluvia de ideas para lograr identificar los requisitos funcionales del sistema a desarrollar.

Utilizando los diagramas de actividad bajo el estándar de UML se logró modelar el sistema, en la Figura 4 se muestra un ejemplo del diagrama desarrollado para el requisito funcional “Análisis de la enfermedad”. El modelado utilizando diagramas de actividad nos permitió identificar el flujo de interacción entre los usuarios y el sistema.

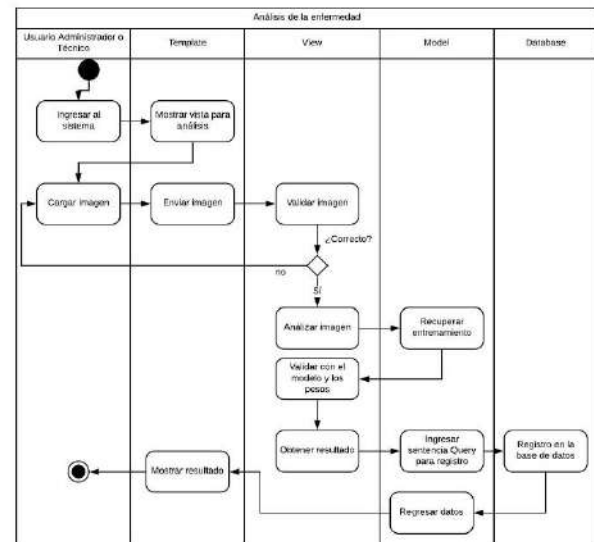


Figura 4. Diagrama de actividad “Análisis de Enfermedad”.

En esta misma etapa, después de haber diseñado los diagramas de actividad, se realizan bocetos de las interfaces gráficas para definir los elementos de usabilidad que implementaría el sistema.

En la etapa de construcción se optó por la implementación de una arquitectura lógica llamada MVT (Model View Template) que nos



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

permitió estructurar nuestro código separando la lógica de negocio de las interfaces gráficas. El objetivo de utilizar la arquitectura lógica es facilitar la evolución del sistema pues, mantener una buena organización y estructura del código, ayuda a dar mantenimiento al mismo de una manera más coherente y sencilla.

Las tecnologías empleadas para el desarrollo del software son el lenguaje Python en su versión 3.7.5, para el desarrollo web se utiliza el framework Django 3.0.5, la librería que implementa modelos de la inteligencia artificial, tal como las redes neuronales convolucionales, son el Tensorflow 1.15 auxiliándose de Keras 1.0.8 y Sklearn 0.24.1. Además, se utiliza la librería Cv2 4.5.1.48 para el procesamiento de imágenes.

En la Figura 5 se muestra la interfaz del sistema Web que tiene implementada la funcionalidad de gestionar diferentes dataset de imágenes de cultivo, indicando la enfermedad que éste presenta la cual se convertirá en nuestra clase para aprendizaje. Además, el sistema permite ingresar información contextual relacionada con la presencia de la enfermedad, que podría ser de utilidad para futuros trabajos.



Figura 5. Vista del sistema Web para gestionar *dataset* de imágenes.

Otra de las funcionalidades relevantes del sistema es que facilita al usuario una interfaz para realizar el entrenamiento de la RNC con los *dataset* del cultivo y la enfermedad de interés previamente registrada. En la Figura 6 se muestra la interfaz para esta funcionalidad, destacando que es posible cambiar algunos parámetros de configuración para la arquitectura de la RNC.



Figura 6. Vista del sistema Web para gestionar entrenamiento de RNC

La gestión de los entrenamientos permitirá al usuario llevar una bitácora de los resultados obtenidos con cada entrenamiento realizado con la RNC, de esta manera el usuario podrá analizar, a partir de la observación de los mismos, cuáles fueron los parámetros de configuración de la arquitectura y el *dataset* con el que se obtuvieron mejores porcentajes de eficiencia y validación. En la Figura 7, se muestra un ejemplo del listado de entrenamientos.

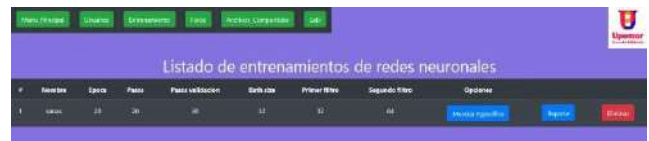


Figura 7. Listado de entrenamientos de la RNC

RESULTADOS

Para las pruebas realizadas, se utilizó un equipo de cómputo con un sistema Operativo Windows 10 Pro, un procesador Dual Intel® Xeon® Silver con 4 Cores a 2.6 GHz. Además, se utilizó una tarjeta gráfica NVIDIA® Quadro® P400 y memoria de 32 GB DDR4.

Para verificar la precisión del sistema se realizó el entrenamiento con un conjunto de 60 imágenes sanas y 60 imágenes enfermas de cultivos de jitomate con la enfermedad de Cenicilla Polvorienta. El entrenamiento se sometió a un proceso de validación cruzada considerando un 70% de los datos para entrenamiento y un 30% para prueba. Los resultados que se obtuvieron en el proceso de entrenamiento fueron del 97% de precisión (*accuracy*) y de pérdida 0.01 (*loss*) con 20 épocas, como se observa en la Figura 8.



Figura 8. Reporte gráfico de resultados del entrenamiento.

Cabe hacer mención que el sistema está preparado para incluir más imágenes de cultivo con otros tipos de enfermedades. Sin embargo, incluir más enfermedades no es parte del alcance de este artículo.

CONCLUSIONES

En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema web que utiliza las redes neuronales convolucionales como algoritmo de clasificación para identificación de enfermedades en cultivos. El sistema web que se presenta muestra su funcionalidad con la enfermedad de Cenicilla Polvorienta que se da principalmente en cultivos de tomate y, como se presentó en la sección de resultados,



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

el valor de precisión que se obtuvo fue del 97% con 20 épocas. Como trabajo futuro se pretende implementar una aplicación móvil que permita la identificación de varias enfermedades presentadas en los cultivos con más producción en el estado de Morelos, considerando que sea una herramienta en donde al usuario pueda entrenar a la RNC y pueda aprender las características del cultivo que elija.

REFERENCIAS

- [1] Plantix, «Plantix,» [En línea]. Available: <https://plantix.net/en/>. [Último acceso: 2021 Septiembre 18].
- [2] Yara, «Yara,» [En línea]. Available: <https://www.yara.in/crop-nutrition/farmers-toolbox/checkit/>. [Último acceso: 18 Septiembre 2021].
- [3] CassandraTech, «CassandraTech,» [En línea]. Available: <https://cassandratech.it/en/pocketlai-en/>. [Último acceso: 18 Septiembre 2021].
- [4] Tecnología Hortícola, «Tecnología Hortícola,» [En línea]. Available: <https://www.tecnologiahorticola.com/plagapp-la-aplicacion-detecta-las-plagas-cultivos/>. [Último acceso: 16 Septiembre 2021].
- [5] A. Uzhinskiy, G. Ososkov, P. Goncharov y A. Nechaev, «Multifunctional platform and mobile application for plant disease detection,» *Proceedings of the 27th Symposium on Nuclear Electronics and Computing, CEUR Workshop Proceedings*, pp. 110-114, 2019.
- [6] S. Mohanty, D. Hughes y M. Salathé, «Using deep learning for image-based plant disease detection,» *Frontiers in plant science*, pp. 7, 1419, 2016.
- [7] B. A. Ashqar y S. S. Abu-Naser, «Image-based tomato leaves diseases detection using deep learning,» *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*, vol. 2, n° 12, pp. 10-16, 2018.
- [8] S. B. Jadhav, V. R. Udipi y S. B. Patil, «Identification of plant diseases using convolutional neural networks,» *International Journal of Information Technology*, pp. 1-10, 2020.
- [9] S. Adhikari, B. Shrestha, B. Baiju y K. Saban, «Tomato plant diseases detection system using image processing,» *In 1st KEC Conference on Engineering and Technology, Lalitpur*, vol. 1, pp. 81-86, 2018.
- [10] Y. Toda y F. Okura, «How convolutional neural networks diagnose plant disease,» *Plant Phenomics*, 2019.
- [11] A. Meunkaewjinda, P. Kumsawat y K. Attakitmongcol, «Grape leaf disease detection from color imagery using hybrid intelligent system,» *2008 5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, pp. 513-516, 2008.
- [12] D. L. Hernández-Rabadán, F. Ramos-Quintana y J. Guerrero-Juk, «Integrating SOMs and a Bayesian classifier for segmenting diseased plants in uncontrolled environments,» *The Scientific World Journal*, 2014.
- [13] S. Hijazi, R. Kumar y C. Rowen, «Using convolutional neural networks for image recognition,» *Cadence Design Systems Inc.: San Jose, CA, USA,*, pp. 1-12, 2015.
- [14] R. Pressman, *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*, Mc Graw Hill, 2010.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Machine Learning para el análisis de datos por Covid-19

Nelson Becerra Correa
Facultad Tecnológica

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
nrbecerrac@udistrital.edu.co

Miguel Angel Leguizamón Páez
Facultad Tecnológica

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
maleguizamop@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo, se explora una de las muchas técnicas de Machine Learning, para el análisis de datos por COVID-19. En particular se explora la regresión lineal tanto simple como múltiple. Se utiliza la base de datos de la secretaria de salud y protección civil[1].

En primer término, mediante regresión lineal simple, predecimos, el número de hospitalizados por COVID-19 de acuerdo a la edad. Igualmente, Analizamos los datos del porcentaje de personas complicadas por COVID dependiendo de la edad, etnia vs la complicación del COVID-19 el cual esta clasificado como grave o leve.

Para ello hemos utilizado Python y las librerías keras y tensorflow. Para evaluar la eficiencia de nuestro modelo, hemos analizado los datos mediante: El error cuadrático medio, Mean Square error (MSE), La raíz del MSE, Root Mean Square Error (RMSE) y el coeficiente de determinación (R2).
también hemos evaluado nuestro modelo mediante, la raíz cuadrada del error cuadrático medio, RMSE: Root Mean Square Error que nos mide que tan bien se ajusta una línea de regresión a los puntos de datos.

Para el manejo de la base de datos se trabajó sobre archivos .csv y fueron manipulados mediante NumPy y Pandas librerías para tal fin suministradas por Python.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

In this article, one of the many techniques of Machine Learning is explored, for the analysis of data by COVID-19. In particular, both simple and multiple linear regression are explored.

The database of the Ministry of Health and Civil Protection is used, First, through simple linear regression, we predict the number of hospitalized for COVID-19 according to age. We also analyze the data on the percentage of people complicated by covid depending on age, ethnicity vs the complication of COVID-19, which is classified as severe or mild.

For this we have used python and the keras and tensorflow libraries. We have also done the data analysis of the linear regression model using: The mean square error, Mean Square error (MSE), The root of the MSE, Root Mean Square Error (RMSE) and the coefficient of determination. (R2).

We have also evaluated our model using the root mean square error, RMSE: Root Mean Square Error, which measures how well a regression line fits the data points.

To manage the database, work was done on .csv files and they were manipulated using NumPy and Pandas libraries for this purpose supplied by python.

Palabras Clave

Regresión lineal simple, Regresión lineal múltiple, Mean Square error (MSE), Coeficiente de determinación (R2), Descenso del gradiente, Covid-19.

Keywords

Simple linear regression, Multiple linear regression, Mean Squared error (MSE), Coefficient of determination (R2), Descent of the gradient, Covid-19.

INTRODUCCION

Este documento está estructurado de la siguiente manera: En la primera sección se definen los conceptos básicos sobre aprendizaje, se definen los tipos de aprendizaje y los conceptos básicos del problema. La segunda sección describe en detalle la regresión lineal como método de aprendizaje y sus tipos de regresión.

La fase tres se da una explicación sobre la forma y la estructura necesaria para la adaptación del método de regresión lineal al problema de Covid-19



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Igualmente se describe en detalle la estructura del método de regresión lineal múltiple y se describen las variables utilizadas para modelar el problema

En la cuarta fase, se detalla el diseño, del modelo de regresión en el lenguaje de programación Python y las librerías utilizadas lo mismo que la base de datos utilizada. La quinta fase muestra el resultado del modelo probado con la base de datos de la de los casos de Covid-19 en Colombia del año 2020-2021.

La fase sexta se proponen los trabajos futuros a realizar y como último aspecto se presentan las conclusiones del artículo.

APRENDIZAJE

En la literatura actual se habla de fundamentalmente de tres tipos de aprendizaje estos son: Aprendizaje supervisado, no supervisado y aprendizaje por refuerzo.

A continuación, describiremos estos tres tipos de aprendizaje [7]

A. APRENDIZAJE SUPERVISADO

El aprendizaje supervisado es aquel en el que se requiere de un maestro o un supervisor para que el agente aprenda una determinada tarea.

Como ejemplo se puede mencionar el caso en el cual un aprendiz es entrenado por un supervisor para que desarrolle una tarea específica. Como la acción de manejar un vehículo. En computación, para que un agente aprenda una tarea se le indica que deberá aprender y cuál es su respuesta. Un agente puede aprender a clasificar figuras de gatos. Mostrándole una figura e indicándole que esa figura es un gato.

Este tipo de aprendizaje es computacionalmente muy costoso ya que para entrenar un agente se requiere de múltiples ejemplos que consumen muchos recursos computacionales.

En Python, convertir una entrada del conjunto de datos en un vector lo logramos de la siguiente manera:

```
x_train = x_train.reshape(60000, 784)
```

```
x_train = x_train.reshape(10000, 784)
```

Luego de ejecutar estas instrucciones Python, verificamos que `x_train.reshape` tiene la forma `(60000,784)` y `x_test = x_test.reshape(10000,784)` En este momento los datos de entrada están en el rango de `[0,1]` y los datos preparados para surtir la red.

B. Aprendizaje no-supervisado

Como aprendizaje no-supervisado entendemos el proceso mediante el cual un agente aprende una tarea sin necesidad de un tutor o supervisor.

Su procedimiento es el siguiente: Al agente se le presenta un conjunto de ejemplos si indicarle cual es la solución. Este a partir de su entrenamiento va categorizando los ejemplos. En otras palabras, los clasifica según ciertas características. Como ejemplo

podemos enseñarle distintas imágenes de gatos y el agente los puede clasificar según tamaño, densidad de pelo. Al final luego de estar entrenado el agente este nos dirá si corresponde a que grupo de gatos pertenece una imagen de gato que nunca se le ha presentado.

El aprendizaje no-supervisado al no requerir de imágenes de entrenamiento para indicarle cual es la respuesta, requiere menos costos computacionales.

C. Aprendizaje por refuerzo

Una de las técnicas con mayor proyección dentro del aprendizaje computacional es el aprendizaje por refuerzo, ya que requiere de menor recurso computacional en cuanto a espacio y tiempo.

El aprendizaje por refuerzo no requiere de ejemplos para entrenamiento si no que este aprende a partir de la experiencia. Es similar al conductismo, en el cual de acuerdo a ciertas acciones que haga el agente obtendrá una recompensa. El modelo seguido por este aprendizaje es Parte de un conjunto de estados E , un conjunto de acciones A , un conjunto de reglas que aplicadas estas acciones a los estados nos llevan a otro estado, el cual recompensa al agente o lo castiga.

Es el típico método aplicado por los entrenadores de animales.

CORONAVIRUS

Los siguientes conceptos tienen como referencia. Los coronavirus son una familia que causa enfermedades virales como: SARS acrónimo de (síndrome respiratorio agudo grave) y MERS acrónimo de (síndrome respiratorio de oriente medio).

En china a mediados del año 2019, se identificó un nuevo coronavirus que producía la muerte de la mayoría de las personas contagiadas con dicho virus.

Este virus se conoce como el síndrome respiratorio agudo grave coronavirus 2 (SARS-CoV-2), la enfermedad que produce dicho virus es conocida como COVID-19. Debido a la letalidad del virus la organización Mundial de la Salud (OMS), declaró en 2020 este brote de virus COVID-19 como una pandemia.

Las organizaciones de salud entre las que se incluyen los centros para el control y la prevención de enfermedades de los Estados Unidos (CDC) y la (OMS) vigilan el desarrollo de la pandemia y publican los datos actualizados en sus páginas web. La Universidad Hopkins de Estados Unidos, ha sido un referente mundial en el seguimiento de la pandemia remitimos a [2] para mayor detalle.

Hasta el día de esta consulta (Mayo 20 de 2021), los datos sobre contagios y muertes a nivel mundial eran: Casos confirmados de contagios en el mundo 165.015.132 millones de personas y número de muertes 3.420.173. En Colombia el número de contagios confirmados es de 3.161.126 personas y el número de muertos era de 82.743, según datos de la Universidad Johns Hopkins [3].

La grafica 1 muestra el número de contagios diarios y muertes hasta el día 20 de mayo de 2021 [1].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

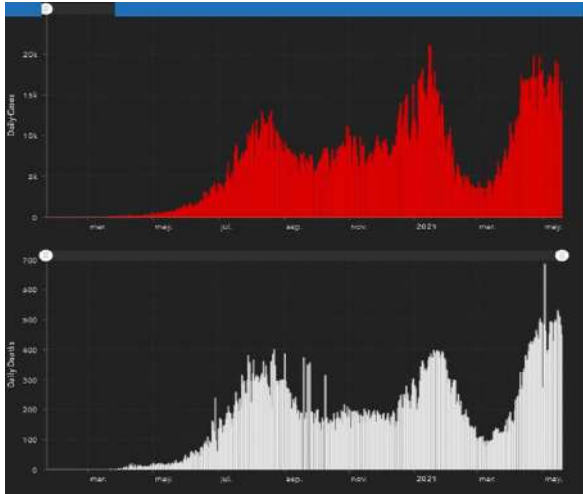


Figura 1. Contagios y muertes por Covid en Colombia Mayo 20 de 2021

REGRESION LINEAL

La regresión lineal, es una de las técnicas estadísticas utilizadas en machine learning como paradigma del aprendizaje supervisado. Las tareas de regresión se preocupan en estimar la relación entre alguna variable de entrada con una variable de salida continua. Existen diferentes tipos de algoritmos de regresión, entre ellos podemos enumerar:

- 1) Regresión lineal
- 2) Regresión polinomial
- 3) Regresión escalonada
- 4) Regresión de crestas
- 5) Regresión de lazo
- 6) Regresión de ElasticNet

La regresión lineal, es un método estadístico que se utiliza cuando queremos obtener el valor de una variable en función de otra u otras, a la variable que queremos obtener su valor la llamamos variable dependiente y las variables sobre las cuales basa su valor las llamamos variables independientes. Por ejemplo, si tenemos un conjunto de datos con 1000 observaciones y 2 variables, altura y peso. Necesitamos predecir el peso dada la altura. La ecuación sería la de Regresión Lineal simple ya que solamente cuenta con una variable independiente y se puede escribir de la siguiente forma:

$$Y = ax + b \quad (1)$$

$Y=ax+b$ En donde: Y es el peso, X la altura y a, b son los coeficientes a ser calculados. Cuando hay una variable independiente únicamente, se conoce como regresión lineal simple. En el caso de haber más de una variable independiente nos referimos como regresión lineal múltiple, Las variables independientes también son referidas como regresores, predictores o features.

Un segundo ejemplo consistiría en predecir el valor de la vivienda de acuerdo al número de habitaciones en un lugar determinado de la ciudad. La variable dependiente sería el número de habitaciones y la variable independiente o la variable que queremos determinar sería el valor de la vivienda.

Características de las variables en la regresión lineal:

Las variables en un modelo lineal deberán cumplir ciertos requisitos, tales como:

- 1) Es necesario que exista una relación lineal entre las variables independientes y las variables dependientes
- 2) Las variables de entrada y salida no deben tener ruido. O sea, es necesario utilizar técnicas de limpieza de datos.
- 3) Si las variables de entrada son altamente correlacionadas el modelo se ajustará a los datos.
- 4) Si las variables tienen una distribución normal el modelo hará predicciones más confiables

Si los datos de las variables no satisfacen estos criterios los resultados serían poco confiables y erróneos. Modelo matemático de la regresión lineal. Esto lo podemos expresar de la siguiente manera. Matemáticamente, en un espacio bidimensional una recta se define de la siguiente manera $Y = ax + b$ Donde, la pendiente se expresa como ax. La cual gráficamente indica el grado de inclinación de la recta. En otras palabras, nos indica cuál es la relación entre la variable de entrada x y la variable de salida y. b es el término independiente que indica en qué punto la recta corta a la variable dependiente, es decir, indica lo rápido que crece o decrece la recta ver figura 1, este será el caso de la estructura de regresión lineal simple. En donde tenemos únicamente una variable de entrada. Pero en la vida real los problemas son más complejos. En estos, un evento depende de muchas variables. Como lo enunciamos en el ejemplo del valor medio de una casa. La cual depende de más de una entrada. Lo anterior nos lleva a un modelo de regresión múltiple.

Este modelo tiene la misma estructura de un modelo de regresión simple, pero ahora tendrá muchas más variables, por lo tanto:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$$

Para dos variables la ecuación y será:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$$

En este caso sería obtener el plano que mejor se ajuste a los datos tridimensionales.

Figura plano tridimensional.

Si adicionamos más variables el caso corresponde a hiper-planos multidimensionales, en los cuales cada una de las variables representan una dimensión que corresponde a una característica del problema. La forma más conveniente de representar esta combinación lineal de variables es en forma vectorial. Aquí nosotros reemplazamos cada una de las ecuaciones del conjunto.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

$$\begin{aligned}
 Y &= a_0 + a_1x_11 + a_2x_12 + a_3x_13 + \dots + a_nx_1n \\
 Y &= a_0 + a_1x_21 + a_2x_22 + a_3x_23 + \dots + a_nx_2n \\
 Y &= a_0 + a_1x_31 + a_2x_32 + a_3x_33 + \dots + a_nx_3n \\
 Y &= a_0 + a_1x_41 + a_2x_42 + a_3x_43 + \dots + a_nx_4n \\
 &\vdots \\
 &\vdots
 \end{aligned}$$

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nn} \end{bmatrix}$$

Podemos crear una matriz en la cual cada una de las columnas representa una característica de los datos de entrada. Y las filas los datos obtenidos de las mediciones que hemos hecho. Esta sería la matriz X, ver figura 4.

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \\ \dots & & & & \\ \dots & & & & \\ \dots & & & & \end{pmatrix}$$

De otro lado tenemos el conjunto Y_1, Y_2, \dots, Y_n que son las variables que queremos modelar, para lo cual creamos un vector ver figura 4.

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}$$

Podemos agrupar los parámetros a_1, a_2, \dots, a_n y obtener un vector que representan los parámetros, que denominaremos A, ver figura 4.

$$A = [a_0 \quad a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_n]$$

De esta forma podemos reducir todas las ecuaciones a una sola ecuación vectorial

$$Y = AX$$

lo cual implica que la ecuación es la misma que IV. Con esto al momento de entrenar los modelos hará que se entrenen más eficientemente, ya que las GPU están diseñadas para trabajar con matrices.

A. Encontrar la recta que mejor se ajuste a los datos de entrada
Como podemos determinar de la figura IV-A2 que recta se ajuste mejor a los datos en regresión lineal simple.

Para contestar la pregunta podemos utilizar dos métodos:

- 1) Método de cuadrados ordinarios
- 2) Error cuadrático medio

Estos nos permiten determinar si una recta es mejor que otra. Para un mayor detalle remitimos a: [1]

1) *Método de cuadrados ordinarios:* Tomado como base de [4]

El método de cuadrados ordinarios nos ayuda a encontrar la combinación perfecta entre los parámetros independientes y la pendiente de la recta para minimizar el error.

Para entender el concepto de mínimos cuadrados debemos recordar antes el concepto de error.

Como podemos saber cuándo una recta es mejor que otra, si tomamos un punto en el plano cartesiano y trazamos una recta. Luego tomamos un punto del plano X_0, Y_0 . El modelo para este punto nos predice Y_e , pero el valor real para el punto es Y_r , por lo tanto el la diferencia entre el valor predicho Y_e y el valor real Y_r , será el error para el punto X_0, Y_0 . Pero como no estamos trabajando con un solo punto sino con muchos, entonces una posible función de costo para dichos puntos o sea nuestro modelo, sería la de tomar todas estas distancias entre nuestros valores predichos y los reales y calcular la media.

2) *Error cuadrático medio:* La anterior podría ser una función de costo posible, sin embargo, sería más aconsejable penalizar los puntos más alejados de nuestro modelo y penalizar con menor intensidad los puntos más cercanos a nuestro modelo, esto lo lograríamos elevando al cuadrado estos errores, esta función de coste se denomina el error cuadrático medio.

El error cuadrático medio (RMSE) mide la cantidad de error que hay entre dos conjuntos de datos. Compara un valor predicho y un valor observado o conocido.

El error cuadrático medio será: $media ((Y_r - Y_e)^2)$.

Si tenemos un punto en el plano y una recta, para el punto a nuestra recta predice el valor Y_1 , pero el valor real es Y_2 .

En consecuencia, el error será:

$$Error = Y_2 - Y_1. \text{ El error para el punto } a.$$



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

En términos de machine learning ese valor será nuestra función de costo $FuncionCosto = Media (Y_2 - Y_1)$, pero podemos elevar al cuadrado todos esos errores y obtenemos la función de costo como $FuncionCosto = ((Y_2 - Y_1))^2$. Con esto nosotros penalizamos los puntos que se encuentran más alejados de la recta (nuestro modelo). Esta función de costo se denomina el error cuadrático medio.

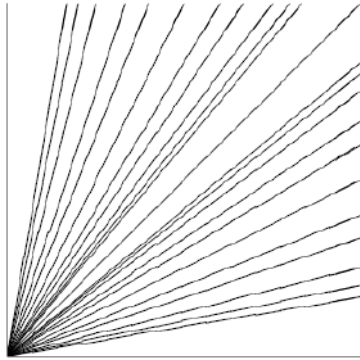


Figura 2. *Que recta se ajusta mejor.*

Nuestro trabajo consiste en obtener el valor de la pendiente y el termino independiente de la tal manera que esta combinación nos minimice, esta suma de cuadrados.

Pero como trabajamos con múltiples puntos una función de costo será:

$$Media (Y_2 - Y_1)$$

Pero nosotros podemos castigar los puntos que se encuentran más alejados de la recta (nuestro modelo), para ello elevamos al cuadrado el error Erro cuadrático medio vectorial será:

$$(Y - XW)^T (Y - XW)$$

Si multiplicamos la expresión obtendremos

$$Y^T Y - W^T X^T Y - Y^T X W + W^T X^T X W$$

$$W = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

La ecuación 2, representa el mínimo error cuadrático y con esto hallamos los parámetros que van a minimizar el error.

Sin embargo, este método es un poco ineficiente. Para solucionararlo utilizaremos otro método que nos permiten ir reduciendo el error producido por los parámetros, este método lo conocemos como el descenso del gradiente.

3) *Descenso del gradiente*: Cuando el número de datos es muy grande o el número de variables de entrada son numerosas los métodos estadísticos no son muy eficientes. Como alternativa

podemos utilizar para el ajuste de los parámetros un método alternativo denominado descenso del gradiente. Este es un método va ajustado los parámetros teniendo en cuenta la derivada de la función en un punto. El método va siempre en contra del vector que maximiza la función conocida como gradiente. El método recomienda ir siempre en contra de este vector para minimizar el error que ajusta la recta.

Veamos cómo funciona:

Dada la figura 3, supongamos que el punto A es nuestra hipótesis inicial, y necesitamos encontrar los valores a y b que nos permitan llegar a B. Para ello utilizamos la derivada esta nos indica la velocidad a la que crece o decrece una función en uno de sus puntos. En consecuencia, debemos movernos del punto A en la dirección contraria al gradiente para llegar a B. Como hay dos variables, a y b, debemos calcular las derivadas parciales de la función de error con respecto a las dos variables.

En consecuencia, debemos medir que también o mal se ajusta la recta obtenida con los valores iniciales de a y b al conjunto de puntos. Los puntos a y b los llamaremos hipótesis, y probaremos como se ajusta la recta obtenida a la nube de puntos. Para ello calculamos el error. Este error será la suma de la media, lo cual indica cuanto está equivocada esa hipótesis. El error cuadrático medio, está dado por la ecuación 3.

$$ECM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - ax_i - b)^2 \quad (3)$$

Al utilizar el descenso del gradiente iterativamente, nos permiten calcular los valores de a y b que hagan el ECM, cada vez más pequeño, de tal manera que nos vaya conduciendo al mínimo de la función de coste. Para ello nos desplazaremos según las siguientes ecuaciones (Ecuación general del gradiente), 4 y 5.

$$A \leftarrow A - \alpha dA \quad (4)$$

$$b \leftarrow b - \alpha db \quad (5)$$

En donde α es, un valor entre 0y1 llamado tasa de aprendizaje y dA, dB son las derivadas (gradiente) de la perdida con respecto a a y b respectivamente.

$$dA = -\frac{2}{N} \sum_{i=1}^N x_i (y_i - ax_i - b) \quad (6)$$

$$db = -\frac{2}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - ax_i - b) \quad (7)$$

Las ecuaciones 6 y 7 una vez implementas y ejecutadas iterativamente permiten minimizar la función de error para encontrar la recta que mejor se ajuste a la nube de puntos.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Este procedimiento en machine learning es conocido como proceso de entrenamiento.

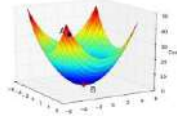


Figura 3. Velocidad a la que crece o decrece una función en uno de sus puntos.

MODELO DE PANDEMIA

Dentro de los modelos epidemiológicos para el estudio de pandemias uno de los más estudiados es el modelo $S-I-R$, en este modelo cada uno de los individuos de la población puede pertenecer a uno de estos tres grupos. Los susceptibles, que indican individuos que no son inmunes a la enfermedad ya que no han sido vacunados o no han desarrollado la enfermedad.

Los infectados que ya tienen la enfermedad y pueden contagiar a otros y los recuperados que ya han superado la enfermedad que no se pueden contagiar ni contagiar a otros.

Una persona se puede mover de un grupo a otro. Una persona susceptible puede moverse al grupo de infectados y a su vez al grupo de recuperados. Para modelar estas transiciones utilizamos las ecuaciones diferenciales. Para el grupo de susceptibles S , la tasa de cambio con respecto al tiempo esta dada por:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta S \frac{1}{N} \quad (8)$$

Para mayor detalle de lo que se expondrá en este apartado remitimos a [2].

En la ecuación 8, S es inicialmente negativa por que va a disminuir con el tiempo y depende del número de personas susceptibles S_N^1 , como no todos los susceptibles se van a infectar se incluye una constante β llamada tasa de transición.

La cual depende de la tasa de contacto y de la probabilidad de transmisión.

La variación con respecto al tiempo del grupo de infectados depende de

$$\frac{dI}{dt} = -\beta S \frac{1}{N} - \gamma \quad (9)$$

Depende de 2 factores:

- 1) De la cantidad de susceptible que crecen día a día

- 2) De la cantidad de infectados que pasan al grupo de recuperados, como no todos se recuperan este parámetro se modela con γ , que es la tasa de recuperación.

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (10)$$

La variación del tiempo respecto a la tasa de recuperados, será la tasa de infectados que pasan al grupo de recuperados Si la tasa de infectados no aumenta con el tiempo, se mantiene en equilibrio, no propaga masivamente, pero tampoco desaparece. si la tasa de infectados aumenta con el tiempo o sea es mayor que 0 habrá epidemia o pandemia. Si la tasa de infectados disminuye con el tiempo no habrá propagación.

Tomando la ecuación 8 y suponiendo que hay pandemia o sea la ecuación sea > 0 , entonces al resolver la ecuación se tiene que la relación entre β y γ debe ser mayor que 1.

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma} > 1 \quad (11)$$

Esta ecuación se conoce como numero básico de reproducción.

En otras palabras, R_0 es el número de infectados en el grupo de susceptible, alguien del grupo de infectados.

Por ejemplo, si $R_0 = \frac{2}{1}$, quiere decir que por cada infectado 2 susceptibles nuevos se infectan, si continuamos por cada 2 infectados 4 se infectaran por esos 4 infectados 16 nuevos susceptibles se infectaran. En consecuencia, su comportamiento es exponencial.

La figura 4, muestra gráficamente el numero básico de reproducción de alguna de las enfermedades más conocidas.



Figura 4. Número básico de reproducción de alguna de las enfermedades más conocidas.

Analizando la pandemia de COVID, y tomando datos de la web se llega a la conclusión que la tasa de transición es de 0.24 o sea β y la tasa de recuperación γ es 0.1. En consecuencia el numero básico de $R_0 = \frac{\beta}{\gamma} = 2.4$ recuperación es de .:

Vemos que es menor que la viruela o el sarampión.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Para implementar el prototipo, nosotros hemos seleccionado como lenguaje programación Python y las librerías `flearn` por su simplicidad en la implementación.

Se ha elegido el lenguaje Python por tener licencia de código abierto denominada Python Software Foundation License [12].

Además por hacer sencillas las implementaciones de regresión logística ya que posee librerías desarrolladas para la implementación de aprendizaje profundo (deep learning). Dentro de estas librerías de Python tenemos *Scikit Learn*, que es una de las librerías más utilizadas en Machine Learning. Scikit-Learn facilita una función `LinearRegression` para implementar regresión lineal. `sklearn` la cual nos permite importar `linear_model`, evitando de esta manera hacer los cálculos.

Para mayor detalle remitimos a: [3]

El objetivo de la regresión lineal es minimizar la distancia entre los datos de entrada y nuestro modelo que viene hacer la recta sobre el plano de puntos. Ya hemos comentado que existen dos métodos para reducir el error: el método de mínimos cuadrados y el descenso de gradiente. En este apartado utilizaremos el criterio de mínimos cuadrados.

A. Implementación mediante mínimos cuadrados

1) *Preparación de datos*: Preparar los datos fue el primer paso realizado. Para ello esto se importó la base de datos de:

```
ConfirmedCasesraw=pd.readcsv(https://raw.githubusercontent.com/CSSEGISandData/COVID-19/master/csse_covid_19_data/csse_covid_19_time_series/time_series_covid19_confirmed_global.csv02ef)
```

```
Deathsraw=pd.readcsv(https://raw.githubusercontent.com/CSSEGISandData/COVID-19/master/csse_covid_19_data/csse_covid_19_time_series/time_series_covid19_deaths_global.csv0)
```

```
Recoveries raw = pd.read csv(https://raw.githubusercontent.com/CSSEGISandData/COVID-19/master/csse_covid_19_data/csse_covid_19_time_series/time_series_covid19_recovered_global.csv 0)
```

En las cuales contiene el número de personas infectadas, muertas y recuperadas por país suministradas por [8] Nosotros tomaremos como variable independiente el país de origen del paciente y como variables dependientes si está infectado. En el caso de regresión simple. Para el caso de regresión múltiple las variables independientes serían paciente infectado, recuperado o muerto. Mediante el siguiente código en Python importamos las librerías y

```
from sklearn import linear_model
x_entrenamiento =
    VariablesIndependientesEntrenamiento

y_entrenamiento =
    VariablesDependientesEntrenamiento
x_prueba =
    VariablesIndependientesPrueba
y_prueba =
    variablesDependientesPrueba
```

Recuperamos el algoritmo a utilizar:

```
algoritmo = linear_model.
    LinearRegression ()
algoritmo . fit (x_entrenamiento ,
    y_entrenamiento )
algoritmo . predict (x_prueba )
```

Con las líneas anteriores importamos las librerías, creamos parámetros de entrenamiento y llamamos al método con los datos a entrenar.

Como hemos mencionado antes, la regresión lineal, se basa en encontrar la intersección y la pendiente de la recta o el plano que mejor se ajuste a los datos. Para conocer el valor de la pendiente solamente tenemos que utilizar el comando `COEF`, una vez ejecutemos este comando nos retorna el valor de `a`. Ejemplo `a = algoritmo:coef`

Para conocer la intersección de la recta con el eje Y basta llamar a `intercept`, en consecuencia `b = algoritmo:intercept`. Esto para la regresión simple.

Regresión lineal múltiple

Dada la ecuación 3, Su implementación será:

```
from sklearn import linear_model
x_entrenamiento =
    VariablesIndependientesEntrenamiento

y_entrenamiento =
    VariablesDependientesEntrenamiento
x_prueba =
    VariablesIndependientesPrueba
y_prueba =
    variablesDependientesPrueba
```

Recuperamos el algoritmo a utilizar:



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

```
algoritmo = linear_model.  
    LinearRegression()  
algoritmo.fit(x_entrenamiento,  
    y_entrenamiento)  
    algoritmo.predict(x_prueba)
```

con los datos de los estudiantes de la facultad de ingeniería del año 2010 periodo 3. Dicho archivo tiene formato .xls (Excel), en consecuencia fue necesario transformarlo a formato .csv Comma Separated Values (Valores separados por comas). La cual contiene los siguientes datos: Código, Proyecto, . . . , ver figura ?? y ??

B. Implementación mediante descenso del gradiente

El código base para implementación del descenso del gradiente, fue tomada de [4]

```
import pandas as pd  
import numpy as np  
import matplotlib.pyplot as plt
```

Funciones para el cálculo del gradiente descendente, esta función retorna el valor $w * x + b$ correspondiente al modelo lineal

```
def calcular_modelo(w, b, x):  
    return w*x+b
```

Calculamos el error cuadrático medio entre el dato original (y) y el dato generado por el modelo (y_)

```
def calcular_error(y, y_):  
    N = y.shape[0]  
    error = np.sum((y-y_)**2)/N  
    return error
```

Algoritmo del gradiente descendente para minimizar el error cuadrático medio.

```
def gradiente_descendente(w_, b_, alpha,  
    x, y):  
    N = x.shape[0] # Cantidad de  
    datos
```

La siguiente función calcula de los gradientes (derivadas) de la función de error con respecto a los parámetros "w" y "b"

```
dw = -(2/N)*np.sum(x*(y-(w_*x+b_)))  
db = -(2/N)*np.sum(y-(w_*x+b_))
```

Actualizar los pesos usando la fórmula del gradiente descendente.

```
w = w_ - alpha*dw  
b = b_ - alpha*db  
return w, b
```

Covid-19 en Colombia

Tomando los datos de Covid de [5], hemos elaborado la gráfica de los casos de covid-19 en Colombia, tanto los casos de infectados como de muertos.

Hemos utilizado Python para tal fin mediante el siguiente código, tomado de [5]

```
##### ----- Step 1 (Download data)-----  
URL_DATASET = r'https://raw.  
    githubusercontent.com/datasets/covid  
    -19/master/data/countries-aggregated.  
    csv'  
df1 = pd.read_csv(URL_DATASET)  
# print(df1.head(3)) # Uncomment to see  
    the dataframe  
  
##### ----- Step 2 (Select data for India)  
-----  
df_colombia = df1[df1['Country'] == '  
    Colombia']  
print(df_colombia.head(3))  
  
##### ----- Step 3 (Plot data)-----  
# Increase size of plot  
plt.rcParams["figure.figsize"]=20,20 #  
    Remove if not on Jupyter  
  
# Plot column 'Confirmed'  
df_colombia.plot(kind = 'bar', x = 'Date  
    ', y = 'Confirmed', color = 'blue')  
  
ax1 = plt.gca()  
df_colombia.plot(kind = 'bar', x = 'Date  
    ', y = 'Deaths', color = 'red', ax =  
    ax1)  
plt.show()
```




XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

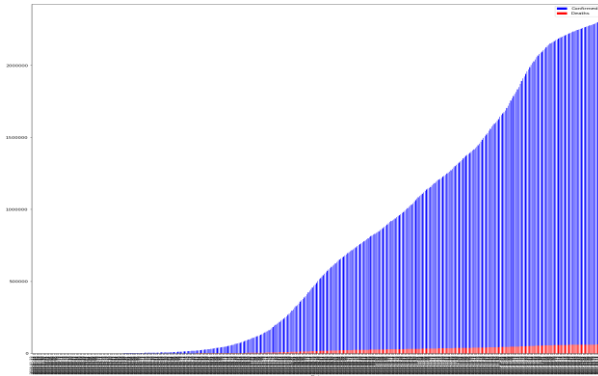


Figura 5. Casos de infección y muerte por Covid en Colombia entre 2020-01-22 y el 2020-03-3

Los datos de los casos de Covid en Colombia son tomados de [6]

MODELO DE ENTRENAMIENTO

Una vez definido nuestro modelo y el método de aprendizaje configurado, se puede entrenar.

Para esto podemos entrenar o ajustar el modelo a los datos de entrenamiento disponibles invocando el método *fit()* del modelo:

```
model.fit(x_train; y_train; batch_size = 100; epochs = 5)
```

En los primeros dos argumentos, hemos indicado los datos con los que formaremos el modelo en forma de matrices Numpy. El tercer parámetro indicamos el número de datos que utilizaremos para entrenarlo y el último parámetro indicamos las épocas de entrenamiento.

Este es el método que consume mayores recursos en cuanto a tiempo. *tlearn* nos permite ver su progreso usando el argumento *detailed* (por defecto, igual a 1), además de indicar un estimado de cuánto dura cada época: ver figura 7, la cual presenta en color azul el valor de pérdida y en amarillo el valor de aciertos de la red.:

Grafica que relaciona el número de hospitalizaciones respecto a la edad, se muestran en la gráfica 6. Estos datos son ficticios, elaborados como herramienta para probar el modelo de regresión lineal.

La grafica 7, muestra el error cuadrático medio y el modelo de regresión lineal optimizado, mediante el descenso del gradiente.

Predicciones:

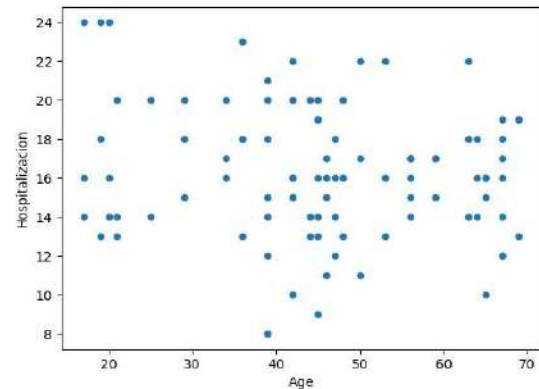


Figura 6. Grafica hospitalización vs Edad por Covid en Colombia entre 2020-01-22 y el 2020-03-31

Si nosotros queremos predecir el número de pacientes hospitalizados de 90 años en el último día.

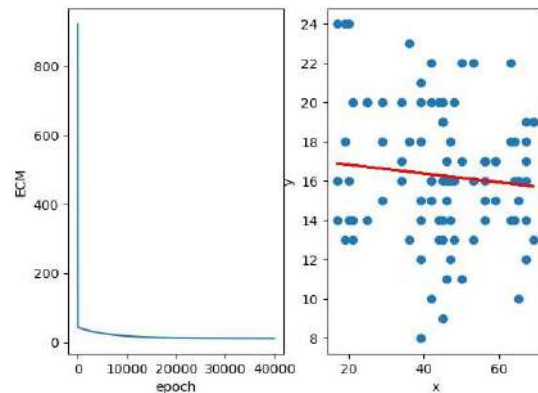


Figura 7. Error cuadrático medio y modelo por Covid en Colombia entre 2020-01-22 y el 2020-03-31

Obtendremos el siguiente resultado:



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

```
=====  
Epoch 38000  
w: -0.0 b: 17.2  
error: [11.27371401]  
=====  
Epoch 39000  
w: -0.0 b: 17.2  
error: [11.26236309]  
=====  
Epoch 40000  
w: -0.0 b: 17.3  
error: [11.25268117]  
=====
```

De 90 años se tendrán 15.3
hospitalizados

Como podemos observar el número promedio de hospitalizados será de un 15.3 pacientes de 90 años según nuestro modelo. El cual fue entrenado con 40000 épocas. Nuestro modelo tiene una pendiente de cero y cortara al eje Y en 17.3.

Para un detalle general sobre el COVID en el mundo remitimos a [8], que es considerado el mayor dataset sobre el covid-19 en el mundo.

TRABAJOS FUTUROS

Como trabajos futuros, se propone desarrollar, para el análisis de datos una red neuronal multicapa. Para luego comparar los resultados de la regresión lineal y la red neuronal artificial. Igualmente utilizar regresión lineal logística, regresión polinomial, regresión escalonada, Regresión de crestas, Regresión de lazo y Regresión de ElasticNet. Como método para predicción y a continuación comparar los métodos.

Se propone utilizar técnicas de minería de datos, que permitan optimizar la base de datos de Covid-19 para la limpieza de datos. Como último proponemos explorar otras técnicas de machine learning como los Árboles de decisión.

CONCLUSIONES

Nosotros hemos implementado el prototipo para la detección de el número de hospitalizados por Covid - 19, mediante el modelo de regresión lineal, utilizando el método de mínimos cuadrados, implementado en Python utilizando la base de datos de la secretaria de salud y protección social de Colombia.

La evaluación de los resultados podría ser la parte más importante de cada investigación, ya que demuestra cuán precisa fue y cuánto está cerca (lejos) de sus objetivos. Por lo tanto, para nuestro trabajo evaluaremos los modelos mediante: El error cuadrático medio,

Mean Square error (MSE), La raíz del MSE, Root Mean Square Error (RMSE) y el coeficiente de determinación (R2).

El error cuadrático medio (MSE) mide que también coinciden los datos reales con los predichos por el modelo. En nuestro modelo de regresión lineal simple nos da como valor (MSE) = 325.75362768988725. Nuestro modelo, predice las observaciones con precisión media.

La raíz cuadrada del error cuadrático medio, RMSE: Root Mean Square Error es la medida de que tan bien se ajusta una línea de regresión a los puntos de datos. En nuestro modelo es (RMSE) = 18.048646145622314. Vemos que no es un valor alto lo que indica que nuestro modelo se ajusta bien a los datos.

El coeficiente de determinación R2 oscila entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar, en nuestro caso es de R2 = 0.16047707161799163, lo que indica es muy poco lo que se ajusta a nuestro modelo.

REFERENCIAS

- [1] Regresión lineal y mínimos cuadrados (15 de Marzo de 2021). [Online Video]. Available url: <https://www.youtube.com/watch?v=k964uNn310>
- [2] Serie virus, pandemias y modelos computacionales (14 de Marzo de 2021). [Online Video]. Available url = <https://www.youtube.com/watch?v=mqncEjCoNr0&t=195s>
- [3] regresión Lineal con Scikit Learn (14 de Marzo de 2021). [Online Video]. Available url = <https://aprendeia.com/regression-lineal-con-scikit-learn/>
- [4] John Burkardt. Regression Linear Datasets (14 de Marzo de 2021). Available url = <https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/datasets/regression/regression.html>
- [5] Anurag Gupta. Using Python to visualize COVID-19 projections (14 de Marzo de 2021). Available url = <https://opensource.com/article/20/4/python-data-covid-19>
- [6] Anurag Gupta. Using Python to visualize COVID-19 projections (14 de Marzo de 2021). Available url = https://www.datos.gov.co/Salud_y_Proteccion_Social/Casos_positivos_de_COVID_19_en_Colombia=gt2j_8ykr/data
- [7] Prototipo de una red neuronal artificial para la detección de falencias académicas en primer semestre Facultad Tecnológica (14 de Marzo de 2021). Available url = <https://www.udistrital.edu.co/inicio>
- [8] COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU) (14 de Marzo de 2021). Available url = <https://coronavirus.jhu.edu=map:html>
- [9] Minsky, Marvin and Papert, Seymour, "An introduction to computational geometry", Cambridge tiass., HIT, year=1969



**XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021**

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

[10] Rosenblatt, Frank, “the perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain.” *Psychological review*, volume=65, number=6, pages=386, year=1958.

[11] Rumelhart, David E and Hinton, Geoffrey E and Williams, Ronald J, Learning representations by back-propagating errors *journal=nature*, volume=323, number=6088, pages=533–536, year=1986, publisher=Nature Publishing Group

[12] Wikipedia.org, Python, year = 2020, url = URL <https://es.wikipedia.org/wiki/Python>, note="[Web; accedido el 26-04-2020]"

[13] Jordi Torres, “Red neuronal en Keras, guia practica,” year = septiembre 19, 2018, url = URL

<http://sitiobigdata.com/2018/09/19/red-neuronal-enkeras/>, note = [Web; accedido el 26-04-2020]

[14] “Keras.io,” year = 2020, url = URL <https://keras.io/>, note/[Web accedido el 26-04-2020]

[15] author = Wikipedia.org ,title = Tflern, year = 2020, url = URL <https://es.wikipedia.org/wiki/Tflern>, note = "[Web; accedido el 26-04-2020]"

[16] author = Wikipedia.org ,title = Keras, year = 2020, url = URL <https://es.wikipedia.org/wiki/Keras>, note = "[Web; accedido el 26-04-2020]"



**XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021**

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

**Aprendizaje computacional aplicado al análisis de
preexistencias de Covid-19
Machine learning applied to analysis of Covid-19
preexistence**

Lady M. Barón J.

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia

lbaronj@correo.udistrital.edu.co

Jorge E. Rodríguez R.

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia

jerodriguezr@udistrital.edu.co

Roberto E. Salas R.

Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Bogotá, Colombia

resalasr@udistrital.edu.co

RESUMEN

Mediante un estudio de tipo descriptivo basado en la aplicación de técnicas de Aprendizaje Computacional, se determinó cuáles son las enfermedades que presentan mayor relevancia en el contagio de la Covid-19, virus clasificado como pandemia, por la Organización Mundial por la Salud (OMS). El artículo describe el proceso que se siguió en el análisis de preexistencia de COVID-19: durante la preparación de datos, se lleva a cabo tareas de selección de atributos más representativos y el relleno de datos faltantes, para mejorar la calidad del conjunto de datos; a fin de encontrar información importante que pueda contribuir en la implementación de medidas de prevención.

ABSTRACT

In this paper we show a descriptive study based on the application of Machine Learning techniques, to determine which are the diseases that are most relevant in the contagion of Covid-19, a virus classified as a pandemic, by the World Health Organization (OMS). For data preprocessing, tasks such as: features selection and missing values; to improve the quality of the data set, in order to find important information that can contribute to the implementation of prevention measures.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

PALABRAS CLAVE

COVID-19, aprendizaje computacional, análisis de grupos, preparación de datos, Ciencia de Datos.

KEYWORDS

COVID-19, Machine Learning, Clustering, Data preprocessing, Data Science.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote COVID-19, como una emergencia de salud pública de importancia internacional, generando alerta entre los diferentes países, respecto de la implementaron de medidas para su mitigación y contención [1].

El Aprendizaje Computacional, ha sido de gran importancia en el estudio del impacto que ha generado el contagio del COVID-19 a nivel mundial. Considerando que, a partir del análisis de grandes bases de información y aplicación de modelos de Aprendizaje Computacional, se ha logrado estimar el índice de contagio y letalidad en diferentes regiones.

En el artículo se muestra el proceso de desarrollo que se siguió para determinar las características más relevantes almacenadas en el conjunto de datos empleado para entrenar los algoritmos descriptivos. Se hace un análisis empleado diferentes algoritmos, tales como: C4.5 Naïve Bayes, CFS Subset Evaluator, Algoritmo EM y K-Means conclusiones.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

PROBLEMA

La OMS, indica que en algunos pacientes el brote del COVID-19 puede tener mayores consecuencias que en otros, haciendo referencia principalmente a adultos mayores y a aquellas personas con enfermedades subyacentes.

Según lo publicado por la revista médica The Lancet, de los primeros 99 pacientes contagiados por el COVID-19 en Wuhan, China, el 52,5% presentaban como hipertensión, diabetes, cáncer, cardíacas y pulmonares, lo cual pudo generar mayor riesgo de contagio del virus.

Ahora bien, la causa se debe a que en este tipo de patologías como lo explican algunos expertos, el corazón debe realizar un trabajo mayor debido a la afectación pulmonar, para oxigenar todo el cuerpo, esto en cuanto a las enfermedades cardíacas. Sin embargo, no es menos crítico, en lo que respecta a los tratamientos contra el cáncer, los cuales afectan directamente el sistema inmunológico de tal manera que pueden generar mayor letalidad, al carecer de defensas suficientes para defenderse del virus [2]

Por lo anterior, y con el fin de reducir el riesgo de contagio, es que este tipo de personas mantengan cuidados extremos y de manera rigurosa atiendan las recomendaciones de bioseguridad establecidas por las entidades que hacen el seguimiento para la contención del COVID-19.

ESTADO DEL ARTE

En la literatura se encuentran diversos estudios en los que se ha aplicado Aprendizaje Computacional y Ciencia de los datos [3, 4], para la detección, prevención y predicción de la pandemia de COVID-19 [7, 12].

Por ejemplo [5], para identificar quien está en mayor riesgo de contagio, diagnosticar a los pacientes y predecir la propagación de la enfermedad, entre otros.

A. Estudios asociados a Aprendizaje Computacional

En el estudio de [6], hacen una predicción a medio plazo del comportamiento de la enfermedad tomando en consideración las medidas tomadas por el gobierno de Panamá mediante la aplicación de un modelo epidemiológico, así como un pronóstico a corto plazo usando un enfoque diferente basado en Redes Neuronas Artificiales, Árboles de Decisión y Reglas de Regresión.

Por otro lado, mediante tomografías computarizadas de la región pulmonar, basadas en técnicas de redes neuronales convolucionales (CNN). El trabajo de [8] usa un enfoque relacional (RTSU-Net), el cual aprende de las relaciones visuales y geométricas de las características de convulsión, con el objetivo de segmentar los lóbulos pulmonares en imágenes TC, mostrando resultados consistentes. Otros estudios indican que pacientes que estén expuestos a un tratamiento con enzima convertidora de angiotensina (ECA), con comorbilidades cerebrovasculares, diabetes, enfermedades coronarias, hipertensión, otras, generan mayor riesgo de contagio de la Covid-19 [9]. Sin embargo, [10] considera que el diagnóstico rápido y el tratamiento médico oportuno, para casos de COVID-19, es de vital importancia. Por lo cual, proponen una red neuronal convolucional profunda 3D para detectar COVID-19, denominada (DeCoVNet) a partir de volúmenes de CT, dividida en

tres etapas; la primera en el vástago de la red, la segunda compuesta por dos bloques residuales 3D y la tercera, por un clasificador progresivo (ProClf); el cual finalmente, genera las probabilidades de ser positivo o negativo. De igual manera, otros autores como [13] han implementado modelos basados en redes neuronales convolucionales para detectar pacientes con COVID-19 utilizando imágenes CXR.

Por otra parte [14], propone una red neuronal basada en la memoria superficial a largo y corto plazo (LSTM), que según datos meteorológicos estaría en capacidad de predecir la propagación del Covid-19 en determinado país.

B. Trabajos asociados con Agrupación y Clasificación

El aumento en el número de casos Covid-19, creó la necesidad de predecir el resultado de pacientes afectados mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial, por cuanto [11] propone un modelo de bosque aleatorio perfeccionado, e impulsado por el algoritmo AdaBoost. El cual usa información relacionada con salud, datos geográficos y demográficos de las personas, presentando una precisión del 94% y una puntuación F1 de 0,86 en el conjunto de datos utilizados. En el estudio realizado por [15] los autores presentan un modelo para predecir la propagación del COVID-2019, usando técnicas como regresión lineal, y de autorregresión de perceptrón multicapa y vector que podría proporcionar una expectativa sobre la información de COVID-19, para anticipar el patrón epidemiológico de la enfermedad y la tasa de casos de COVID-2019 en India.

Ahora bien, en el artículo [16] presentan un algoritmo para predecir la incidencia de COVID-19 en el estado de Louisiana, EE. UU., mediante la aplicación de K-Means y redes neuronales de memoria a corto plazo largo (LSTM). Obteniendo como resultado que K-Means-LSTM tiene una mayor precisión con un RMSE de 601,20 mientras que el modelo SEIR tradicional, con un RMSE de 3615,83. Aplicando Aprendizaje Computacional [17] y bases de datos con imágenes diagnósticas de rayos X de pacientes sanos y con el virus, desarrolló un algoritmo que segmenta y clasifica en positivos y negativos Covid-19.

De otra parte [18] mediante el uso de la Ciencia de Datos y el algoritmo K-Means basado en agrupamiento jerárquico, analizó el comportamiento de los países en el manejo de la Pandemia.

PREPARACIÓN DE DATOS

Se propone un estudio de tipo descriptivo, aplicando metodología de tipo KDD [19] y algoritmos de agrupamiento, con el objetivo de analizar cuáles son las variables que presentan mayor relevancia en el contagio del virus.

El artículo se encuentra enfocado a la búsqueda de agrupaciones relevantes entre los datos mediante la aplicación de algoritmos de Aprendizaje Computacional, usando como herramienta WEKA [21]. A continuación, se expone el proceso.

A. Descripción general del conjunto de datos

El conjunto de datos sobre el cual se realiza el estudio, contiene 300000 registros, de los cuales el 40% corresponden a positivos Covid-19, mientras que el 60% a casos negativos. El conjunto de datos original corresponde a datos obtenidos entre enero y junio del



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

año 2020, publicados en la plataforma de datos abiertos del gobierno de México. A continuación, se expone su estructura (Tabla 1):

Tabla 1. Descripción del conjunto de datos

Número de variables	13
Número de registros	300000
Atributos	Sexo Neumonía Edad Diabetes Asma Inmunosupresion Hipertensión Otra_enfermedad Cardiovascular Obesidad Renal_Cronica Tabaquismo
Clase	Covid_resultado

aplicando una función de retroceso, a fin de mostrar los mejores atributos [21]. De donde se obtiene los siguientes resultados (Tabla 2):

Tabla 2. Resultado método CFS.

Número total de subconjuntos evaluados	59
Mérito del mejor subconjunto encontrado	0.203
Atributos seleccionados	Neumonía Obesidad

Así mismo, se realizó el análisis con árboles de clasificación, mediante la aplicación del algoritmo C4.5 y Naive Bayes, para ser comparados en la efectividad en cuanto a la clasificación de las variables de riesgo.

El algoritmo C4.5 [23], clasificó la variable Neumonía, como la enfermedad con mayor relevancia. Resultado que coincide con el valor entregado por el evaluador CFS Subset (Figura 1).

B. Categorización de variables

En esta etapa, para el uso de algunos algoritmos implementados por WEKA, se cambiaron variables numéricas a categóricas, de acuerdo al catálogo en el cual se encuentra la descripción de los datos, en donde {1,2} corresponde a {SI, NO}.

De otra parte, respecto de la selección de las variables, esta se llevó a cabo tomando en cuenta el grupo de enfermedades, la edad y el sexo, objeto de estudio del presente trabajo.

C. Valores Faltantes

En la etapa de integración de datos, puede darse la existencia de valores faltantes, afectando la calidad de datos y generando ruido; así mismo, presentando inconvenientes en la construcción de los modelos.

En el conjunto de datos utilizado, se presentaron 1781 datos faltantes, razón por la cual, para su relleno se aplicó el método de imputación con la media, seleccionado debido a que el total del conjunto, son datos numéricos, además de ser uno de los más conocidos y usados, según [20].

D. Reducción de la dimensionalidad

Para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos y disponer con los atributos con mayor relevancia, se aplicó un método supervisado de WEKA, el cual tiene como objetivo identificar aquellos atributos con mayor peso de acuerdo a su clase.

El método seleccionado corresponde a *CFS Subset Evaluator*, el cual evalúa el valor de un subconjunto de atributos considerando la capacidad predictiva individual de cada característica junto con el grado de redundancia entre ellos. Dando preferencia a los subconjuntos de atributos que se encuentren altamente correlacionados con la clase y como método de búsqueda se aplicó *BestFirst*, el cual busca en el espacio de los subconjuntos de atributos

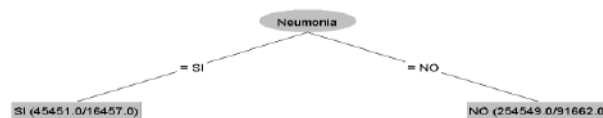


Figura 1. Árbol de clasificación algoritmo C4.5.

El árbol de 2 niveles generado por el algoritmo, muestra que de 45451 personas que padecen la enfermedad, 28995 son positivo para COVID-19.

De otra parte, al aplicar el clasificador Naive Bayes [22], se obtuvo el siguiente resultado (Tabla 3), confirmando lo mencionado anteriormente.

Tabla 3. Resultado Algoritmo Naive Bayes.

Atributo	Clase	
	SI	NO
Sexo		
Mujer	54617	94428
Hombre	66041	84918
Neumonía		
SI	28995	16458
NO	91663	162888

De acuerdo a la tabla 3, del total de personas de sexo femenino, el 12% padecen neumonía, de los cuales el 60% es positivo COVID-19.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos de la aplicación de los algoritmos K-Means y el algoritmo EM, algoritmos de agrupamiento, los cuales trabajan sobre grupos de instancias con características similares, de acuerdo a la función definida.

A. Algoritmo EM

El algoritmo EM (esperanza-maximización) [23, 24], nos muestra que el número de conglomerados seleccionados mediante validación cruzada y en la primera iteración, equivale a 2. Teniendo en cuenta que, como clase para su evaluación, se toma el resultado de Covid (Tabla 4)

Tabla 4. Resultado ALGORITMO EM.

Grupo	#personas	+Covid	-Covid
0	251450	96942	154508
1	48550	23714	24836

Según la Tabla 4, el grupo (0) presenta el mayor número de casos positivos COVID.

B. K-Means

El algoritmo K-Means, representa cada grupo en razón al cálculo de su centroide [23, 24]. En este caso, utiliza la función de distancia euclídea, con un número de grupos igual a 2. A continuación, se muestra el número de instancias agrupadas en cada categoría (Tabla 5).

Tabla 5. Instancias agrupadas K-Means.

Instancias por grupos	
0	251450 (84%)
1	48550 (16%)

Adicional, se considera importante visualizar la distribución gráfica, de los grupos generados (Figuras 2 y 3).

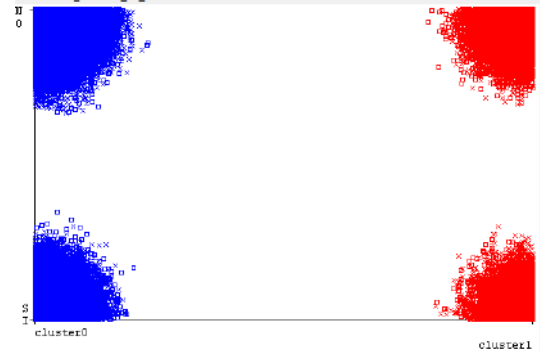


Figura 2. Relación con la variable neumonía.

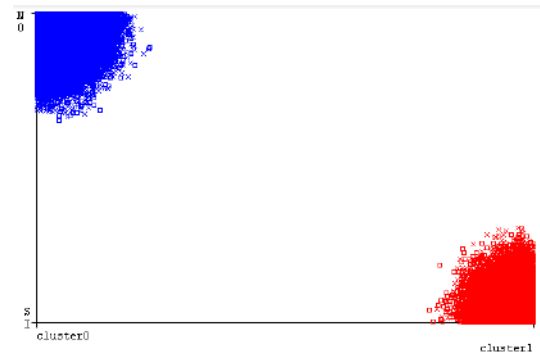


Figura 3. Relación con la variable Obesidad

Se realiza la comparación de los algoritmos implementados C4.5 y Naive Bayes (Tabla VI). Tomando métricas de calidad, tales como: precisión, error y F-Measure [25]. Precisión

Tabla 6. Comparativo entre C4.5 y Naives Bayes.

Algoritmo	Precisión	Error	F-Medida
C4.5	63.96 %	0.461 %	0,589 %
NaiveBayes	63.96%	0.458 %	0,589 %



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Confusion Matrix					
		Predicted (a)		Predicted (b)	
Actual (a): SI		28994 9.66%		91662 30.55%	
		16457 5.49%		162887 54.3%	
Actual (b): NO					
Classification Accuracy: 63.9603%					

Figura 4. Matriz de confusión C4.5, Naive Bayes.

En las figuras 5 y 6, se muestra la curva de *costo vs beneficio* de los algoritmos C4.5 y Naive Bayes, respectivamente.

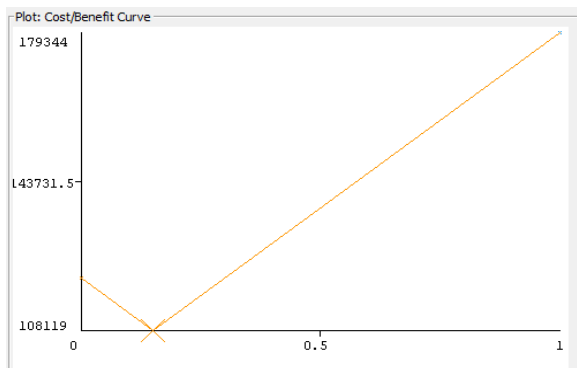


Figura 5. Curva Costo/Beneficio - C4.5

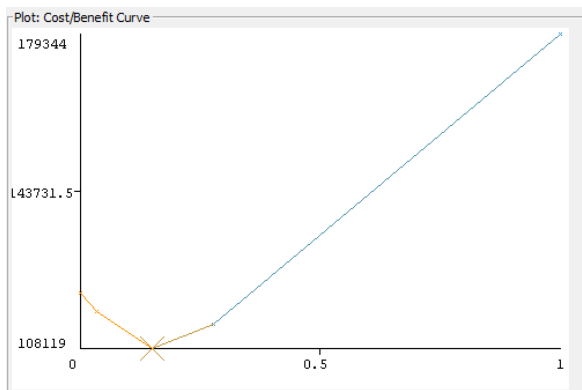


Figura 6. Curva Costo/Beneficio -Naive Bayes

Ahora bien, respecto a los algoritmos de agrupación el porcentaje de instancias agrupadas correctamente corresponde al 60%, para los dos casos.

Los resultados obtenidos a partir de cada una de las pruebas observadas permiten determinar que no existe diferencia significativa en la aplicación de los algoritmos, dado que los criterios evaluados y su precisión son similares.

Así mismo, mediante las Figuras 2 y 3, es posible determinar que no hay presencia de datos atípicos en el conjunto de datos utilizado.

Finalmente, la matriz de confusión expuesta en la figura 4, permite observar que el desempeño de los algoritmos de clasificación, presentan una precisión aproximada del 64%.

CONCLUSIONES

A lo largo de la pandemia, la Ciencia de Datos y los algoritmos de Aprendizaje Computacional, se han convertido en una herramienta de gran apoyo, generando conocimiento para la toma de decisiones; así lo muestra diferentes estudios consultados.

La preparación de los datos fue de gran importancia en función de poder obtener resultados con mayor exactitud; con esta fase se logra eliminar la mayor cantidad de ruido posible y de esta forma recopilar e integrar un conjunto de datos de buena calidad.

El árbol C4.5 se utilizan como algoritmo para seleccionar características y son una buena opción. Sin embargo, se debe tener en cuenta que: el conjunto de datos debe ser categórico, solo aplica para problemas en los cuales se cuenta con una categoría como referente, lo que limita el campo de aplicaciones, y si el conjunto de datos está incompleto, la selección no se considera buena. En cuanto algoritmo EM, se observa que genera dos grupos con el total de datos procesado, que significa que es tolerante al ruido, dado que no descartó ningún dato; a esto se le suma que converge rápidamente, en este caso en la segunda iteración. En cuanto a K-Means, se observa un comportamiento similar en los resultados al algoritmo EM.

De acuerdo a los resultados observados, se evidenció que la neumonía, es la variable más representativa en el contagio de COVID-19.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Organización Panamericana de la Salud. 2020. Available: <https://www.paho.org>.
- [2] BBC Mundo. "Coronavirus: las patologías previas que pueden agravar los efectos del covid-19 en algunas personas". Portal de Noticias. 2020. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51860309>
- [3] Deago, E., Rozo, N., Rodríguez, J. "SARS-CoV2 en países tropicales: interacción epidemiológica, ambiental y económica, estudio de caso Colombia (Sudamérica)". Revista Espacios. Vol. 41 (31) 2020. Art.29
- [4] Help us better understand covid-19. Kaggle. 2020. Available: <https://www.kaggle.com/COVID-19>
- [5] How to fight covid-19 with machine learning: 9 ways machine learning helps us fight the viral pandemic. Towards Data Science. 2020.
- [6] A. Ledezma, and J. Laguardia. "Modelos de evolución del Covid-19 en Panamá". Vol 1. Abril 2020. Available: <http://COVID-19.csuca.org/15/1/Pronostico%2015%20de%20abril%20Panama.pdf>
- [7] F. Rustam, A. A. Reshi, A. Mehmood, S. Ullah, B. On, W. Aslam, and G. S. Choi, "Covid-19 future forecasting using



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- supervised machine learning models,” IEEE Access, vol. 8, pp. 101 489–101 499, 2020.
- [8] W. Xie, C. Jacobs, J. -P. Charbonnier and B. van Ginneken, “Relational Modeling for Robust and Efficient Pulmonary Lobe Segmentation in CT Scans,” in IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 39, no. 8, pp. 2664-2675, 2020, Available: 10.1109/TMI.2020.2995108.
- [9] L. Fang, G. Karakiulakis, and M. Roth, “Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for covid-19 infection?” The Lancet. Respiratory Medicine, vol. 8, no. 4, p. e21, 2020.
- [10] X. Wang, X. Deng, Q. Fu, Q. Zhou, J. Feng, H. Ma, W. Liu, and C. Zheng, “A weakly-supervised framework for covid-19 classification and lesion localization from chest ct,” IEEE Transactions on Medical Imaging, pp. 1–1, 2020.
- [11] C. Iwendi, A. K. Bashir, A. Peshkar, R. Sujatha, J. M. Chatterjee, S. Pasupuleti, R. Mishra, S. Pillai, and O. Jo, “Covid-19 patient health prediction using boosted random forest algorithm,” Frontiers in Public Health, vol. 8, p. 357, 2020.
- [12] Wang L, Wong A. “COVID-Net: a tailored deep convolutional neural network design for detection of COVID-19” cases from chest radiography images. arXiv. 2020. Available: <https://arxiv.org/abs>
- [13] Instituto de Ingeniería del Conocimiento. “Detección de COVID-19 en radiografías con Deep Learning”.2020. Available: <https://www.iic.uam.es/lasalud/deteccion-COVID-19-en-radiografias-con-deep-learning/>
- [14] Pal R, Sekh AA, Kar S, Prasad DK. “Neural network-based country wise risk prediction of COVID-19”. arXiv. 2020. Available:<https://arxiv.org/abs/2004.00959>
- [15] Sujatha R, Chatterjee JM, Hassanien AE. “Un modelo de pronóstico de aprendizaje automático para la pandemia de COVID-19 en India”. Stoch Environ Res Evaluaci3n de riesgos. 2020.
- [16] Vadyala, S., Betgeri, N., Sherer, E., Amritphale, Amod. “Prediction of the Number of COVID-19 Confirmed Cases Based on K-Means-LSTM”. 2020.
- [17] Universidad Aut3noma de Colombia. “Inteligencia artificial como apoyo para la detecci3n del Covid-19. 2020.
- [18] Barrios, J. Healt Big Data. “Países contra el COVID-19 ¿C3mo ha sido el manejo? 2020. Disponible: <https://www.juanbarrios.com/que-paises-estan-perdiendo-la-guerra-contra-el-COVID-19/>
- [19] Timar3n, S. R., Hern3ndez L., Caicedo, S. J., Hidalgo, A. y Alvarado, J. C. 2016. El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. (pp. 63-86). Bogot3: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible:<http://dx.doi.org/10.16925/9789587600490>
- [20] Little, R. J., Rubin, D. B. “Statistical analysis with missing data, John Wiley & Sons” 2014.
- [21] Garcia, D. Manual de Weka. Disponible: <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/MANUAL%20WEKA.pdf>
- [22] Mosquera, R., Parra, L., Castrillo, O. “Metodolog3a para la Predicci3n del Grado de Riesgo Psicosocial en Docentes de Colegios Colombianos utilizando T3cnicas de Miner3a de Datos”. Universidad Nacional de Colombia. Vol. 27(6), 259-272. 2016. Disponible:<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n6/art26.pdf>
- [23] Garcia, M., 3lvarez, A.” An3lisis de Datos en WEKA – Pruebas de Selectividad”.Disponible:<http://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/06-07/28.pdf>
- [24] Garre, M., Cuadrado, J., Sicilia., Rodriguez, D., rejas, R. “Comparaci3n de diferentes algoritmos de clustering en la estimaci3n de coste en el desarrollo de software”. Revista Espa3ola de Innovaci3n, Calidad e Ingenier3a del Software, Vol.3, No. 1, 2007.
- [25] Rodr3guez, J., Ortiz, P. “Bayesian methods for classification inappropriate web pages”. Visi3n Electr3nica, algo m3s que un estado s3lido, Vol. 11, No. 2, 179-189. 2017.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Algoritmo híbrido de recocido simulado y búsqueda tabú para solución de problemas de programación lineal

Roberto Emilio Salas Ruiz

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá - Colombia

(57) 1 3239300

resalasr@udistrital.edu.co

Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá - Colombia

(57) 1 3239300

jerodriguezr@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presenta la implementación de un algoritmo híbrido de recocido simulado y búsqueda tabú utilizado para resolver un problema de programación lineal de maximización. Se plantea una descripción teórica del tema y el problema en particular resuelto por el método propuesto.

ABSTRACT

This paper presents the implementation of a hybrid simulated annealing and tabu search algorithm used to solve a maximization linear programming problem. A theoretical description of the subject and the particular problem solved by the proposed method is presented.

Categorías y Descriptores Temáticos

Theory of computation: Mathematical optimization, Discrete optimization, Optimization with randomized search heuristics, Simulated annealing, Tabu search.

Teoría de computación, Optimización matemática, Optimización discreta, Optimización con búsquedas heurísticas aleatorizadas, Recocido simulado, Búsqueda tabú.

Términos Generales

Inteligencia artificial

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Palabras claves

Programación lineal, Algoritmo híbrido, Recocido Simulado, búsqueda tabú, problema de maximización.

Keywords

Linear Programming, Hybrid Algorithm, Simulated Annealing, Tabu search, Maximization problem.

INTRODUCCIÓN

La propuesta de un problema de optimización requiere de la definición de métodos de solución eficientes, lo cual es una tarea bastante tediosa, puesto que cuando un problema, excede los límites de solución en la práctica o el número de soluciones para llegar a encontrar una mejor es muy amplio, es bastante difícil llegar a definir una solución lo suficientemente exacta en un tiempo razonable. Por lo anterior se debe poner en práctica las diferentes herramientas que la informática moderna provee.

Para los problemas de programación lineal existe el algoritmo simplex para resolverlo, pero este es un método que para un número considerable de variables, su tiempo de ejecución crece de manera exponencial, lo cual hace muy demorado aplicar este tipo de técnicas.

Por lo tanto, cuando se sabe que se posee un número amplio de posibles soluciones, ante ello se debe implementar un algoritmo bastante robusto que nos permita encontrar una solución lo suficientemente exacta y en un tiempo factible.

RECOCIDO SIMULADO

El Simulated annealing o recocido simulado (SA) es una meta-heurística que se basa en la analogía que puede existir entre un proceso de optimización combinatoria y un proceso termodinámico, conocido como recocido.

Este proceso consiste en elevar la temperatura de un sólido cristalino con defectos hasta una temperatura determinada, que por lo general suele ser alta.

Posteriormente, se permite que el material se enfríe muy lentamente en un baño térmico. El proceso de enfriamiento viene descrito por una función de la temperatura conocida como cola de enfriamiento,



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

que generalmente suele ser continua y suave. Con este proceso se pretende que el sólido alcance una configuración de red cristalina lo más regular posible, eliminando durante este proceso los posibles defectos que tuviese originalmente. Las nueve estructuras cristalinas se caracterizan por tener un estado de energía de la red mínimo [4].

Características del Recocido simulado

Una de sus características más importantes es que se trata de un algoritmo de búsqueda local el cual es implementado para llegar a mejorar progresivamente las soluciones, Para ello se compara la solución anterior y se toma el primer movimiento que produce una mejora en la solución actual.

Otra característica que posee es utilizar una estructura de donde se estatiza el límite de soluciones anteriores para limitar el campo de acción de las soluciones siguientes, esto permite potenciar el algoritmo y permite encontrar soluciones en fronteras de menor tamaño.

Como la función objeto está planteada desde el principio de la búsqueda, no presentara cambios durante el proceso, así el algoritmo no presentara fallos durante la toma de decisiones.

La cantidad de soluciones utilizadas por el recocido simulado para realizar la búsqueda pertenecen al tipo de metaheurísticas trayectoriales en donde el algoritmo parte de una solución inicial y es generado un camino o trayectoria en el espacio de búsqueda.

Pasos del algoritmo

Primer paso: Inicializar con un estado de prueba arbitrario e inicializar la temperatura.

Iteración: Comenzar a decidir las posibles soluciones, tomando la solución anterior y decidiendo si la solución siguiente puede ser utilizada o al contrario ignorada.

Verificación del esquema de temperatura: Después de realizar el número deseado de iteraciones ingresadas en el valor inicial T, disminuir T hasta el siguiente valor en el programa de temperatura y reiniciar las iteraciones en dicho valor.

Regla de detención: Habiendo disminuido T y al haberse realizado el número de iteraciones en el valor más pequeño permitido en T o cuando se haga llegado a una solución óptima, se detiene el algoritmo., como JPG y estar insertas en el documento al momento de enviarse. Procure no usar figuras muy anchas.

BUSQUEDA TABU

La búsqueda tabú fue introducida por Fred Glover como una heurística general iterativa para resolver problemas de optimización combinatoria. Este algoritmo es conceptualmente simple y elegante. Es una forma de búsqueda local en el vecindario. En cada paso el vecindario local de la actual solución se explora y la mejor solución en este vecindario se selecciona como la nueva actual solución. A diferencia de la búsqueda local, la cual para cuando no se hallan nuevas mejores soluciones en el vecindario, la búsqueda tabú continua la búsqueda de la mejor solución en el vecindario incluso si esta es peor que la actual solución. Para prevenir ciclos, la información pertinente a la más reciente solución visitada se inserta en una lista llamada lista tabú. Los movimientos tabúes no son permitidos. El status de tabú de una solución se anula cuando cierto

criterio (criterio de aspiración) es satisfecho. Un ejemplo de un criterio de aspiración es cuando el costo de una solución seleccionada es mejor que cualquier solución vista hasta ahora, lo cual es una indicación de que la búsqueda realmente no está entrando en un ciclo.

La búsqueda tabú difiere del recocido simulado, en que este último es sin memoria; mientras que la primera una de sus características es el uso de una memoria adaptativa, esta memoria se basa en unas simples ideas con una combinación de componentes a saber:

- Un componente de memoria a corto plazo; el cual es el núcleo. de la búsqueda tabú,
- Un componente de memoria de mediano plazo; el cual se usa para regionalmente intensificar la búsqueda, y,
- Un componente de memoria a largo plazo, el cual se usa para que de manera global se diversifique la búsqueda. [2]

Otra característica que tiene la Búsqueda Tabú es que minimiza la participación de cualquier proceso aleatorio. [2]

PROGRAMACION LINEAL

La Programación Lineal (PL) es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos escasos. La PL es un procedimiento que encuentra su aplicación práctica en casi todas las facetas de los negocios, desde la publicidad hasta la planificación de la producción. Problemas de transporte, distribución, y planificación global de la producción. Lo anterior son los objetos más comunes del análisis de PL. [1]

La programación lineal aborda una clase de problemas de programación donde tanto la función objetivo a optimizar como todas las relaciones entre las variables correspondientes a los recursos son lineales. Este problema fue formulado y resuelto por primera vez a fines de la década del 40. Rara vez una nueva técnica matemática encuentra una gama tan diversa de aplicaciones prácticas de negocios, comerciales e industriales y a la vez recibe un desarrollo teórico tan exhaustivo en un período tan corto. Hoy en día, esta teoría se aplica con éxito a problemas de presupuestos de capital, diseño de dietas, conservación de recursos, juegos de estrategias, predicción de crecimiento económico y sistemas de transporte.

Cualquier problema de PL consta de una función objetivo y un conjunto de restricciones. En la mayoría de los casos, las restricciones provienen del entorno en el cual usted trabaja para lograr su objetivo. Cuando usted quiere lograr el objetivo deseado, se dará cuenta de que el entorno fija ciertas restricciones (es decir, dificultades o limitaciones) para cumplir con su deseo (vale decir, el objetivo). [3]

Modelo matemático

El modelo está expresado en los siguientes términos:

Variables de decisión X_i , que debe ser mayor o igual a 0

La función objetivo para problemas de maximización es:



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

$$Z(\max) = \sum_{i=1}^n C_i X_i \quad (1)$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^n A_{ji} X_i \leq B_j \quad ; j=1,2,3,\dots,m$$

Donde C_i es la contribución o ganancia del producto o servicio i . A_{ji} es el concurso de un recurso j a un determinado producto o servicio i . B_j es una constante que debe indicar la limitación del recurso j para producir o servir.

La idea es encontrar los valores de X_i que maximicen el valor de la función objetivo y que cumplan con las restricciones del problema.

Procedimiento de solución (método simplex)

Este método de solución desarrollado por George Dantzig en 1947. Es un algoritmo que es eficiente para resolver problemas de programación lineal ya que no está limitado por el número de variables o restricciones. [5]

Es un procedimiento iterativo que permite mejorar la solución de la función objetivo en cada paso. El proceso concluye cuando no es posible continuar mejorando dicho valor, es decir, se ha alcanzado la solución óptima.

Básicamente lo que realiza simplex es moverse por los vértices del posible conjunto de soluciones que tenga el problema, partiendo desde una solución hasta llegar a la mejor de todas.

El simplex en su peor caso es de complejidad $O(2^n)$.

PROBLEMA PROPUESTO

Se propuso un problema de programación lineal de maximización con 15 variables y 20 restricciones. Los valores de la contribución C_i se generaron de manera aleatoria, así como también los A_{ij} . Todas las restricciones son del tipo menor o igual. La Figura 1 muestra un pantallazo en excel de los datos del problema propuesto.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
C_i	85.94	52.38	71.56	88.68	77.41	75.48	84.83	70.37	74.87	34.12	82.11	53.76	92.26	69.05	33.57	Contribuciones a la función objetivo	
																tipo de restr.	lado derecho de la restricción
R1	52.94	58.23	77.28	84.63	77.82	43.67	65.85	59.53	32.08	49.34	47.17	59.19	5.994	96.22	88.58	=	17800
R2	25.23	44.18	1.842	35.23	70.64	33.25	76.84	17.7	35.09	45.29	50.49	28	62.84	19.41	44.45	=	13332
R3	1.026	50.79	79.42	59.42	81.2	59.71	57.44	53.37	71.31	51.23	14.59	58.11	12.94	79.25	89.07	=	18000
R4	17.41	38.15	89.29	89.29	76.86	58.57	12.78	79.25	4.368	56.69	64.65	18.15	40.77	43.95	64.74	=	14114
R5	39.16	65.18	14.58	15.11	51.42	80.27	30.07	5.061	40.71	79.25	19.15	90.23	12.7	10.74	81.34	=	11137
R6	26.74	79.98	47.22	30.55	34.04	89.33	62.13	14.58	57.63	94.54	4.083	20.83	63.76	53.08	31.64	=	14489
R7	65.23	76.17	69.08	31.05	59.27	37.55	78.11	47.34	1.936	70.61	79.4	69.37	96.01	71.08	34.99	=	18913
R8	12.33	50.56	33.51	12.12	31.27	34.83	28.55	89.11	94.46	35.29	52.49	12.61	57.77	7.502	31.16	=	15500
R9	88.16	24.35	63.88	1.26	69.26	75.18	48.34	79.81	27.81	1.521	51.89	68.81	49.91	31.18	74.31	=	15337
R10	57.32	16.17	71.1	54.57	24.47	16.98	18.86	63.67	41.6	16.87	77.81	54.08	35.22	86.47	85.54	=	16445
R11	75.89	15.59	16.54	15.75	37.68	71.74	6.089	19.21	16	43.12	22.09	35.8	86.57	49.05	61.34	=	13038
R12	26.17	38.14	11.86	6.019	28.22	36.14	38.31	72.8	59.96	31.13	17.41	12.27	9.405	41.1	90.24	=	11168
R13	56.78	45.4	13.78	32.88	1.602	19.16	30.63	40.22	13	14.75	46.13	71.71	74.68	84.35	83.6	=	14873
R14	17.57	15.89	1.5	89.76	1.664	37.16	62.76	3.855	22.75	81.27	64.67	44.69	2.067	71.24	91.85	=	13188
R15	87.53	56.29	84.76	95.18	44.68	97.77	11.13	15.83	75.57	65.84	7.805	81.68	8.13	91.36	71.54	=	20498
R16	96.31	51.71	3.557	89.76	69.84	9.859	18.07	13.52	42.5	11.15	73.54	30.74	52.99	44.39	5.14	=	15781
R17	32.39	61.85	39.28	14.29	34.6	62.88	88.01	49.22	80.83	17.32	81.79	14.49	79.24	13.04	7.301	=	14624
R18	87.57	77.85	94.75	97.55	4.052	89.62	72.01	81.6	91.88	59	58.04	54.04	67.4	1.788	89.18	=	20320
R19	54.31	9.31	71.12	11.35	81.53	57.64	36.62	13.82	58.15	1.845	55.17	58.57	77.7	11.97	86.64	=	15731
R20	1.408	25.87	12.12	57.47	65.07	6.581	30.33	43.48	30.13	51.79	46.16	12.13	46.5	1.022	37.96	=	18613

Figura 1. Datos en Excel del problema de programación lineal propuesto (fuente propia)

Solución por el método simplex

El valor del Z óptimo para el anterior problema por simplex es: $Z=25312.399$. Fue calculado con una versión online en la página web <http://www.phpsimplex.com/>.

RESULTADOS algoritmo híbrido propuesto

- INICIO
- Inicializar solución actual
 - Inicializar temperatura
 - Solución de aspiración asignarle solución actual
 - Nivel de aspiración asignarle el valor de la función en solución actual
 - Inicializar la lista tabú
 - Ciclo Para de diferentes temperaturas
 - Ciclo Para de igual temperatura
 - Generar solución nueva vecina a solución actual
 - Si movimiento para generar solución nueva no es tabú
 - Entonces
 - Calcular delta= valor de la función en solución nueva - valor de la función en solución actual
 - Si delta es mayor que 0
 - Solución actual asignarle solución nueva
 - Actualizar lista tabú
 - Sino
 - Solución actual asignarle solución nueva de acuerdo a una probabilidad
 - Actualizar lista tabú
 - Fin si
 - Actualizar solución y Nivel de Aspiración
 - Sino (Movimiento es tabú)
 - Si valor de la función en solución nueva es mayor al Nivel de aspiración entonces
 - Solución actual asignarle solución nueva
 - Actualizar lista tabú
 - Actualizar solución y Nivel de Aspiración
 - Fin si
 - Fin ciclo para de igual temperatura
 - Disminuir temperatura
 - Fin ciclo para de diferentes temperaturas
 - Presentar solución y nivel de aspiración

El algoritmo incorpora conceptos de recocido simulado, tal como la temperatura, y aceptación de soluciones peores a la actual de acuerdo a cierta probabilidad. Igualmente maneja los conceptos de lista tabú y nivel de aspiración propio de la búsqueda tabú. En todo momento la mejor solución se tiene en el nivel de aspiración y esa es la solución que se presenta como la mejor solución encontrada. La implementación del algoritmo se hizo en Matlab. Las soluciones (Solución nueva y solución actual) del algoritmo se representaron mediante un vector de 15 posiciones que representan las 15 variables del problema. Se utilizó un vector C de 15 posiciones que representan las contribuciones (C_i) a la función objetivo. Se utilizó



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

una matriz de 20 filas y 15 columnas para registrar los valores de A_{ij} y se utilizó un vector b de 15 posiciones.

Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la ejecución del algoritmo en MATLAB haciendo uso de los siguientes valores:

- . Número de iteraciones con diferente temperatura = 10000
- Número de iteraciones con diferente temperatura = 50
- Temperatura inicial = 200000
- Tamaño de la lista tabú: 5
- Esquema de reducción de temperatura: T_0/i , donde T_0 es la temperatura inicial e “ i ” la i -ésima iteración con diferente temperatura.

El mejor Z encontrado fue con un valor de 25012.

La Figura 2 muestra la mejor solución encontrada en la salida de MATLAB.

```
Optimización =  
31.4216 28.8713 8.8057 20.2088 13.8976 3.8751 11.7104 20.8528 40.9452 23.9961 18.6180 5.6475 26.1318 41.5957 10.2471  
Z =  
2.5012e+04
```

Figura 2. Mejor resultado encontrado por MATLAB (fuente propia)

El resultado obtenido por el algoritmo híbrido es muy similar al obtenido utilizando el método simplex. Con lo cual abre la posibilidad que se pueda utilizar para problemas muchos más grandes con muchas variables y restricciones que haría el método simplex impracticable de utilizar.

La Figura 3 muestra la evolución del valor de la función objetivo en la solución actual (color azul) y nivel de aspiración (color rojo).

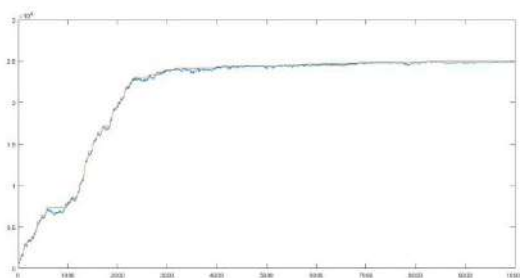


Figura 3. Gráfica evolución del valor de la función objetivo para solución actual y nivel de aspiración (fuente propia)

La Figura 4 muestra la gráfica de la salida para las últimas 4000 iteraciones donde se observa la poca variabilidad del valor de la función objetivo en solución actual (color azul) y ronda el valor de 25000.

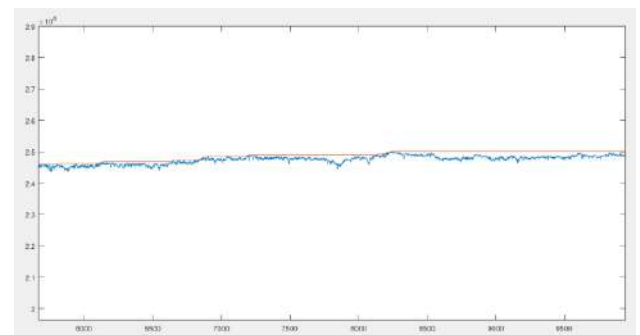


Figura 4. Gráfica evolución de la función objetivo y nivel de aspiración (fuente propia)

CONCLUSIONES

En este artículo se expone la implementación del algoritmo híbrido entre recocido simulado y búsqueda tabú para resolver un problema de programación lineal de maximización.

El algoritmo híbrido fue de gran ayuda para encontrar la solución al problema de programación lineal, debido a que la extensión que contenía el mismo, solicitaba del uso de un algoritmo eficaz para su solución y optimización.

Propició a encontrar una buena solución cercana a la óptima en poco tiempo y arrojó los resultados.

Se llevaron a cabo diversas pruebas para así determinar si las restricciones se estaban cumpliendo de acuerdo a lo requerido en el problema y haciendo los respectivos cálculos por cada restricción, se consigue verificar que todas las restricciones estaban cumpliéndose a cabalidad.

Se probó que el algoritmo híbrido es una alternativa válida para resolver problemas de programación lineal de una mucha mayor extensión donde el método simplex sería impracticable utilizarlo.

REFERENCIAS

- [1] Hillier, F.S. Lieberman, G.J. (1999). *Introducción a la investigación de operaciones*. Ciudad de México, MEX: McGraw Hill.
- [2] Duarte, M. A. Pantrigo, F.J. Gallego C.M. (2007) *MetaHeurísticas*, Madrid, ESP: Dykinson.
- [3] Arsham, H. (OCTUBRE 1, 2021). *Modelos Deterministas: Optimización Lineal*. Obtenido de: <https://home.ubalt.edu/ntsbarsh/opre640s/spanishd.htm>
- [4] Salas Ruiz, R.E. (2005). Simulated Annealing para la búsqueda de políticas óptimas en procesos de decisión de markov. *Revista Vinculos*. Volumen 2 No. 1, págs. 53-62
- [5] González, A.L. García, G.A. (2015). *Manual práctico de investigación de operaciones I*, Barranquilla, COL: Ediciones Uninorte.



*XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021*

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

3. INGENIERIA DEL SOFTWARE



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Aplicación web responsiva para apoyar la evaluación cualitativa de vulnerabilidad sísmica en Guerrero.

Isaac Silva Panchito
Universidad Autónoma de Guerrero
Lázaro Cárdenas SN
Col. Haciendita
+52 1 747 144 6634
isaacsilva@uagro.mx

Gustavo Adolfo Alonso Silverio
Universidad Autónoma de Guerrero
Lázaro Cárdenas SN
Col. Haciendita
+52 1 747 112 2838
gsilverio@uagro.mx

Roberto Arroyo Matus
Universidad Autónoma de Guerrero Lázaro Cárdenas SN
Col. Haciendita
+52 1 747 100 1107
arroyomatus@hotmail.com

Antonio Alarcón Paredes
Universidad Autónoma de Guerrero
Lázaro Cárdenas SN
Col. Haciendita
+52 1 747 130 0860
aalarcon@uagro.mx

Arnulfo Catalán Villegas
Universidad Autónoma de Guerrero
Lázaro Cárdenas SN
Col. Haciendita
+52 1 747 470 7330
catalanvillegas@uagro.mx

RESUMEN

La evaluación cualitativa de vulnerabilidad sísmica es un estudio que se realiza de manera visual, utilizando una cédula de evaluación, la cual se rellena con los datos obtenidos en la inspección de la edificación, como el largo, ancho, alto, número de niveles, año de construcción, así como otros parámetros adicionales que se obtienen con software de dibujo, de cálculo y geolocalización. El objetivo de este trabajo es digitalizar y unificar los procesos de evaluación en un solo espacio virtual, que permita realizar una evaluación más ágil y versátil. Este trabajo está desarrollado con base en una cédula de evaluación propuesta para la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, por lo tanto, se diseñó una aplicación web que satisficiera los requerimientos de los evaluadores de la entidad. Los resultados obtenidos a través de una encuesta hecha a los evaluadores, fueron que la evaluación cualitativa usando la aplicación web es más simple, práctica y con tiempos cortos en los procesos.

ABSTRACT

Qualitative evaluation of seismic vulnerability is a study that is carried out visually, using an evaluation form, which is filled out with data obtained in the inspection of the building, such as length,

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

width, height, number of levels, year of construction, as well as other additional parameters obtained with drawing, calculation and geolocation software. The objective of this work is to digitalize and consolidate the evaluation processes in a single virtual space, which allows a more agile and versatile evaluation. This work is based on an evaluation form proposed for the city of Chilpancingo de los Bravo, therefore, a web application was developed to meet the requirements of the evaluators of the entity. The results obtained from a survey made to the evaluators were that qualitative evaluation using the web application is simpler, practical and with short process times.

Categorías y Descriptores Temáticos

System Information: World Wide Web, Web application.

Información de Sistema: World Wide Web, aplicaciones web.

Términos Generales

Responsive, evaluacion, vulnerabilidad.

Palabras clave

Evaluación Cualitativa; aplicaciones web; condiciones de regularidad, vulnerabilidad sísmica.

Keywords

Quality Assessment; web application; regularity conditions; seismic assessment.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el diseño antisísmico del Servicio Geológico Nacional (2017), Guerrero se encuentra en la Zona D, zona donde convergen las placas tectónicas de Norteamérica, del Pacífico, del Caribe, de Cocos y la microplaca de Rivera y es donde se han



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

reportado sismos históricos. De estos antecedentes, se deriva la necesidad de realizar una evaluación de vulnerabilidad sísmica, la cual intenta prevenir catástrofes derivados por un agente sísmico. Existen dos tipos de evaluaciones, la cualitativa y la cuantitativa. La evaluación cualitativa es un estudio que se sigue realizando en algunos estados de la República Mexicana, su capacidad para generar un diagnóstico rápido de daño sísmico de una vivienda hace que su uso sea más recurrente. La evaluación cualitativa se apoya de una cédula de evaluación, la cual contiene condiciones de regularidad para una edificación, especificadas en las Normas Técnicas Complementarias de la Ciudad de México (NTC-CDMX, 2017), estas condiciones han sido ajustadas para la zona de estudio a criterio de un experto, que con su experiencia ha asignado valores porcentuales a cada condición, lo cual indicará, si una vivienda tiene vulnerabilidad baja, media o alta, dependiendo del resultado se elegiría una vivienda para su posterior estudio a mayor detalle y de manera analítica, usando técnicas más sofisticadas. Si se cumplieran todas las condiciones, se llegaría a una suma de 100% lo que indicaría una vulnerabilidad alta.

Para rellenar la cédula de evaluación, es necesario tomar datos en sitio, como el ancho, el largo, el tipo de suelo en donde está cimentada la edificación, el alto, el año de construcción y si la vivienda cuenta con más de un nivel, así como la forma de la base de la edificación y su posición geoespacial, la cual se obtiene con la ayuda de un GPS (Barrios, 2020). Después de obtener los datos necesarios, el evaluador debe hacer uso de un software de dibujo que le ayude a trazar la forma de la base arquitectónica, incluso se llega a utilizar AutoCAD, y hojas de cálculo para generar los datos porcentuales, y con el uso de criterios específicos se define el grado de vulnerabilidad. Cuando la imagen de la forma de la base se ha generado, se debe plasmar en un reporte final, copiándolo y pegándolo en la celda de una hoja de cálculo. Con el objetivo de tener una imagen real de la vivienda, se coloca una fotografía de la construcción obtenida a través de las aplicaciones de Google Maps. Es importante recalcar que son varias aplicaciones las que deben utilizarse de manera separada, y para cada una de ellas, solo es necesario usar ciertas funcionalidades, es decir, no son explotadas en su totalidad. Todos estos procedimientos, aunque rutinariamente bien empleados, generan tiempo extra de procesamiento en la evaluación.

El objetivo del siguiente trabajo es desarrollar una aplicación web que digitalice la cédula de evaluación cualitativa y sistematice los procesos de ejecución de dicha valoración de vulnerabilidad, integrando en un solo espacio el marco de trabajo. La hipótesis es que, si se unifican los procesos en un solo espacio virtual, la evaluación será más versátil y sencilla que la evaluación tradicional, lo que aportará más agilidad en la realización de estos procesos.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En el Estado de Guerrero, México, se han realizado evaluaciones en el Puerto de Acapulco y en la Ciudad de Chilpancingo. En el puerto, los estudios fueron enfocadas a los Hoteles de la entidad (López 2018) y en Chilpancingo a viviendas (Barrios 2020). Ambas cédulas comparten la mayoría de las condiciones de regularidad basadas en la NTC de la CDMX, sin embargo, ambas tienen leves ajustes para cada muestra poblacional.

Tabla 1.- Cédula de evaluación cualitativa de Vulnerabilidad sísmica enfocada a viviendas de la ciudad de Chilpancingo (Barrios, 2020).

Bloque	Condiciones de Irregularidad	Vulnerabilidad %
I	Año de construcción antes de 1985	25
	Daños por sismos pasados	5
	Espectacular en azotea	2
II	Tipo de Suelo	15
	Piso débil	15
III	Geometría en planta; entrantes y salientes	10
	Vacios en el sistema de piso mayores del 20% de su área en planta	10
IV	Geometría en elevación	3
	Elemento sismo-resistente no ortogonal	3
	Relación alto-ancho: $h1/b1 > 4$ m	3
	Relación alto-ancho: $h2/b2 > 4$ m	3
	Relación largo-ancho: $L1/b1 > 4$ m	3
	Relación largo-ancho: $L2/b2 > 4$ m	3
Puntaje total (%):		100

Para desarrollar la aplicación web, se requirió estudiar las condiciones de regularidad plasmadas en las cédulas de evaluación y sus antecedentes. Se entrevistó a cinco evaluadores, expertos en el área, para poder interpretar las actividades que permiten realizar la evaluación. Además, se realizaron sesiones con los expertos del tema para escrutar cada proceso que permite llegar a la conclusión del estudio de la edificación.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Tabla 2. Cédula de evaluación cualitativa de vulnerabilidad sísmica ajustada para el puerto de Acapulco (López, 2018).

	Condiciones de Irregularidad	Vulnerabilidad %
Bloque 1	Azotea con espectacular	2
	Largo1 /Ancho1 >4.0; (L1/A1)	3
	Largo2 /Ancho2 >4.0; (L2/A2)	3
	Altura1 /Base1 >4.0; (H1/A1)	3
	Altura2 /Base2 > 2.5; (H2/A2)	3
	Sistema sismo-resistente no ortogonal en planta	3
Bloque 2	Irregularidad en Elevación	3
	Salientes y/o entrantes en planta > 20%	10
Bloque 3	Vacío en piso/techo > 20% del área en planta.	10
	Tipo de suelo I = 0, II = 10, III = 15	15
Bloque 4	Piso débil	15
	Año de construcción antes de 1985	30
	Total	100

La planeación de desarrollo de la aplicación se realizó basándose en la metodología de Ingeniería web (Pressman 2010), en la que se contempla siete pasos: formulación, planificación, análisis, ingeniería, generación de páginas, pruebas y evaluación. Se eligieron además los lenguajes de programación que mejor se ajustan a la investigación, los cuales son el lenguaje PHP (Preprocesador de Hipertexto) versión 7, que se encarga de realizar los procesos lógicos de la aplicación, es decir, los cálculos y operaciones aritméticas, así como la comunicación con la base de datos MaríaDB, su versión actual es la 10.4.11. Para la estructura visual se hace uso de HTML (Lenguaje de Marcas de Hipertexto), y para el mejoramiento de la apariencia se hace uso de CSS (Hojas de estilo en cascada). También se hace uso de bibliotecas JavaScript como JQuery y para darle versatilidad a algunos elementos se usa el Framework Bootstrap. Todas las herramientas mencionadas son de uso libre y no hay restricción en cuanto a licenciamiento. Para la administración de la base de datos, se utilizó la aplicación HeidiSQL 11.1.0.6116 y para la escritura del código se utilizó el IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) llamado PHPStorm. En el desarrollo de la aplicación se siguieron métodos ágiles como Kamban para optimizar los tiempos de entrega de los resultados y generar una mejor organización con el equipo de trabajo (Boaventura et. al, 2016).

Se documentó cada segmento de código, específicamente los segmentos que contienen las condiciones de regularidad, los que pueden modificarse en un futuro para ajustarse a otras zonas de estudio. El portal se desarrolló para que pudiera actuar con características *Responsive* o adaptativas, es decir, que los elementos se ajusten a pantallas de equipos móviles y se cumplieran con los requerimientos solicitados por los evaluadores (Labrada & Salgado (2013).). Además, los archivos de programación escritos se

organizaron siguiendo el patrón de desarrollo Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual permite tener una estructura del proyecto entendible y organizado (Bascón Pantoja, 2004).



Figura 1. Apartado donde se realiza la evaluación cualitativa

En la figura 1 se muestra el apartado donde se deben ingresar los datos necesarios para que se calcule la evaluación cualitativa, eligiendo la opción *Evaluaciones*, después en *Realizar Evaluación*. Algunos datos requeridos son las coordenadas de la vivienda, si se conocen, se deben colocar en los campos especificados, de lo contrario, se pueden obtener las coordenadas de la posición actual a través del botón con fondo azul del lado izquierdo.

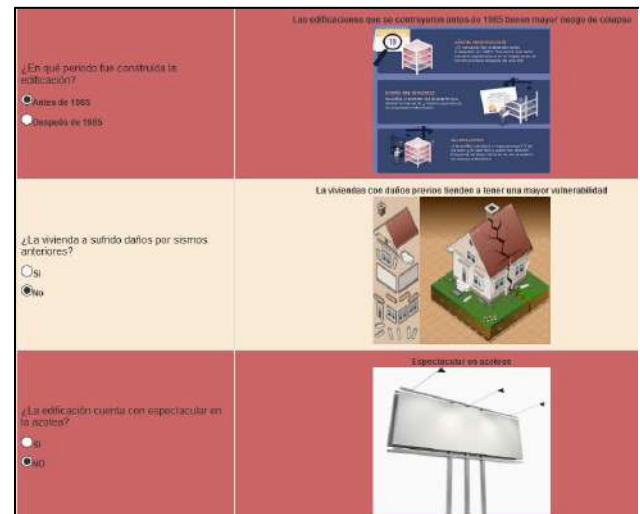


Figura 2. Introducción de datos generales de la edificación. La sección de *'realizar evaluación'*, contiene gráficos e imágenes que buscan mantener una relación intuitiva de los datos que se intentan obtener.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

CONCLUSIONES

Se concluye que, las evaluaciones sísmicas visuales o superficiales como lo son las cualitativas, ofrecen resultados en un lapso corto de tiempo, pero la ejecución de la evaluación cualitativa de vulnerabilidad utilizando la aplicación web, permite utilizar los datos obtenidos en la inspección y utilizarlos para crear otros campos de estudio. Como parte de trabajos futuros, se pretende crear un observatorio de vulnerabilidad sísmico, el cual podría ser una herramienta digital para visualizar posibles zonas riesgos o que estén afectadas con severidad para que alerte a instituciones encargadas de la seguridad poblacional para que se realicen las acciones pertinentes en el área de la protección civil.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todas las instancias que permitieron que se realizara este trabajo, especialmente se agradece al CONACYT por fomentar la investigación en el país, a la Universidad Autónoma de Guerrero que permitió que se pudieran realizar las experimentaciones, así como la facilitación del alojamiento del portal en la Internet, además de agradecer a todos los autores que participaron en el desarrollo de este trabajo.

Además, tener los elementos necesarios para realizar una evaluación centralizados en una aplicación, permite agilizar aún más la obtención de resultados; esto se constató a través de una encuesta hecha a evaluadores de la entidad.

REFERENCIAS

- [1] Barrios, O. (2020). *Estimación del Efecto de Sitio y la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de Mampostería Confinada de Baja Altura, Ubicadas en el Barrio de la Santa Cruz y la Colonia Galeana, en la Ciudad de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México.* Universidad Autónoma de Guerrero.
- [2] Boaventura, C., Peña, E., Verdecia, P., & Fustiel, Y. (2016). Elección entre una metodología ágil y tradicional basado en técnicas de soft computing. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10, 145–158.
- [3] Bascón Pantoja, E. (2004). El patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC) y su implementación en Java Swing. *Acta Nova*, 2(Mvc), 493–507. <file:///C:/Users/Admin20/Downloads/394-Texto del artículo-672-1-10-20191122.pdf%0A>
- [4] Labrada Martínez, E., & Salgado Ceballos, C. (2013). Diseño Web Adaptivo o Responsivo. *Revista Digital Universitaria*, 14(1), 9. http://www.ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2097/art07_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [5] López, R. (2018). *Propuesta Práctica de Evaluación Cualitativa de la Vulnerabilidad Sísmica para la Rehabilitación de Hoteles en la Zona Tradicional de Acapulco, Guerrero, México.* Universidad Autónoma de Guerrero.
- [6] NTC-CDMX. (2017). *Normas Técnicas Complementarias de la Ciudad de México (Issue 220)*. <http://www.smie.org.mx/layout/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017.pdf>
- [7] Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software - Un enfoque Práctico* (McGraw-Hill (ed.); Séptima Ed). McGraw-Hill Companies.
- [8] Servicio-Geológico-Mexicano. (2017). *Evolución de la tectónica en México*. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Evolucion-tectonica-Mexico.html>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Modelado Geométrico de Estructuras Anatómicas para el Análisis por Elementos Finitos

Miller Gómez Mora
Ingeniería Telemática
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
(57)3118100475
mgomez@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero
Ingeniería Telemática
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
(57)3138441010
rrodriguez@udistrital.edu.co

Carlos Alberto Vanegas
Ingeniería Telemática
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
(57)3102169958
cavanegas@udistrital.edu.co

RESUMEN

La mayoría de las estructuras anatómicas se componen de diferentes partes dentro de configuraciones geométricas complejas. El estudio de las funciones de estas estructuras mediante el análisis de elementos finitos (EF) es muy adecuado para simular la deformación y la interacción de partes individuales dentro de tales estructuras. Un paso crítico en el análisis por EF es la construcción de la geometría y la discretización del dominio de interés. Este artículo muestra un marco práctico para el modelado geométrico tridimensional (3D) de estructuras anatómicas basado en imágenes médicas específicas del sujeto. El énfasis de este marco se coloca en la precisión, en términos de calidad geométrica y bajo error volumétrico necesarios para las simulaciones de EF.

ABSTRACT

Most anatomical structures are composed of different parts within complex volumetric structures, which are organized in complicated geometric configurations. Studying their functions using finite element (FE) analysis is very well suited to simulate deformation and interaction of individual parts inside such structures. A critical step in the analysis by EF is the construction of the geometry and the discretization of the domain of interest. This paper shows a practical framework for three-dimensional (3D) geometric modeling of anatomical structures based on subject-specific segmented medical images. The emphasis of this framework is placed on the precision, in terms of geometric quality and low volumetric error which are necessary for FE simulations.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Categorías y Descriptores Temáticos

Computing methodologies: Computer graphics, Shape modeling, Mesh geometry models.

Metodologías informáticas: Gráficos por computadora, Modelado de formas, Modelos geométrico de malla.

Palabras clave

Modelado geométrico 3D, Análisis de elementos finitos, Estructuras anatómicas, Simulación de columna lumbar.

Keywords

3D geometric modeling, Finite element analysis, Anatomical structures, Lumbar spine simulation.

INTRODUCCIÓN

Los órganos, huesos, tejidos y células se consideran estructuras anatómicas. Las simulaciones de tales estructuras utilizando modelos basados en anatomía son de interés en muchos campos, incluidos los gráficos por computadora, la biomecánica, la investigación médica y la animación de personajes virtuales. Cuando se va a estudiar una estructura anatómica, generalmente se toman una serie de imágenes médicas utilizando modalidades de imágenes médicas como la tomografía computarizada de rayos X (TC) y la resonancia magnética (MRI). A continuación, estas imágenes se segmentan en modelos de vóxel que se consideran la representación más precisa de las estructuras anatómicas. Sin embargo, estos modelos carecen de representación geométrica y las descripciones de volumen requieren un gran espacio de memoria [1].

OBJETIVOS

Proponer un marco de trabajo práctico capaz de obtener modelos geométricos de estructuras anatómicas específicas a partir de imágenes médicas de una persona que sean adecuadas para análisis por EF. Este marco de trabajo genera mallas de superficie adaptadas a los requisitos de las simulaciones de EF, que sigue siendo fundamental para el modelado, el análisis y la fabricación 3D por computadora de estructuras anatómicas [2], [3], [4].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La Figura 1 muestra el flujo de trabajo del marco propuesto. Se requiere una imagen médica que contenga un conjunto de regiones $\Omega_i: 0 < i \leq n$ con un tipo de material uniforme como entrada donde la etiqueta cero denota el fondo.

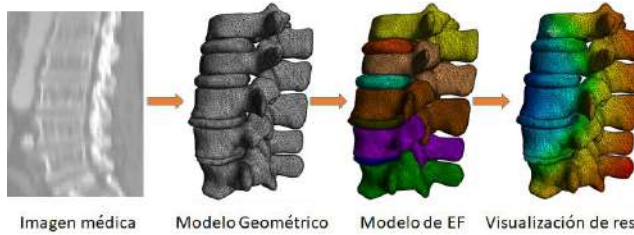


Figura 1. Metodología para el modelado 3D de estructuras anatómicas. Fuente: Elaboración propia.

MODELADO GEOMÉTRICO

Dado que una región llena con el material i se denota por Ω_i , entonces

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

Como se supone que el material es constante dentro de una región Ω_i , cada interfaz entre etiquetas i ciertamente puede convertirse en una malla de superficie triangular M_i aplicando el algoritmo de cubos de marcha [5], o el algoritmo de contorno dual [6].

Para el análisis de EF de estructuras anatómicas, se requiere que la malla M_i represente la región Ω_i con la calidad adecuada. Para ello es necesario ajustar el tamaño y el ángulo mínimo para evitar tener triángulos de baja calidad. En este marco se tuvieron en cuenta dos tipos de triángulos de baja calidad: agudos y planos. El primero se refiere a un triángulo que tiene un ángulo cercano a cero y dos cerca de 90 grados. El segundo tiene dos ángulos cercanos a cero y uno cercano a 180 grados. Así, buscamos maximizar el ángulo mínimo de los triángulos de las mallas superficiales M_i . Para ello se utiliza el algoritmo Flying Edges propuesto por Schroeder [7]. Este algoritmo implementa, en paralelo, el algoritmo MC en una CPU de múltiples núcleos y utiliza una estrategia que adapta localmente el tamaño de los triángulos de malla.

Debido a que el algoritmo Flying Edges sigue los contornos de la imagen médica segmentada, la malla de la superficie resultante tiene un efecto de escalera, que puede tener un impacto negativo en la simulación numérica e incluso puede dificultar la convergencia de la simulación (figura 2- (a)). Una solución para rectificar la apariencia de escalera es utilizar algún tipo de técnica de alisado de malla como paso de posprocesamiento. En este marco, se utiliza el filtro de paso bajo propuesto por Taubin [8]. Este filtro compensa la pérdida de volumen y utiliza una fracción del tiempo para su ejecución si se compara con el propuesto en [9].



(a) Superficie sin suavizado (b) Suavizado del 50%

Figure 2: Resultado del proceso de mallado de una vértebra humana. Fuente: Elaboración propia.

El suavizado total se puede controlar mediante dos variables. El primero es el número de iteraciones, que determina el número máximo de pasadas de suavizado. El número de iteraciones corresponde al grado del polinomio que se utiliza para aproximar la función rectangular sinc. Diez o veinte iteraciones es todo lo que normalmente se necesita. La segunda variable es la especificación de banda de paso para el filtro de sincronización rectangular. Por diseño, la variable Passband se especifica como un número de punto doble entre 0 y 2. Un buen valor predeterminado es 0.1.

La Figura 2 muestra el resultado del proceso de mallado de una vértebra humana generado por el algoritmo Flying Edges. Se puede ver que el algoritmo sigue fielmente la superficie de la región segmentada y la malla tiene elementos homogéneos pero el resultado muestra efectos escalonados. La figura 2- (b) muestra la superficie de la malla, aplicando el filtro de suavizado $\lambda\mu$, cuyo resultado se adapta mejor a la curvatura de la vértebra. Una vez que se obtienen las mallas de superficie, el siguiente paso es configurar el modelo de FE.

MODELADO DE ELEMENTOS FINITOS

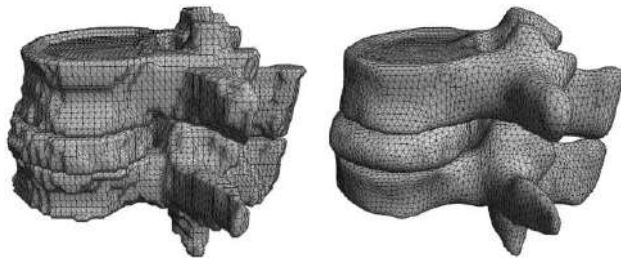
En esta sección presentamos el modelado por EF de una unidad funcional espinal (UFE) ubicada en la columna lumbar. Una UFE se considera la parte más pequeña de la columna que representa las principales cualidades y características biomecánicas de toda la columna. El modelo de EF está compuesto por tres mallas superficiales M_i que representan las regiones Ω_i que componen la UFE (ver figura 3).

El proceso de modelado consiste en un ensamblaje de las diferentes regiones dentro de una configuración deseada. Para la obtención de los modelos geométricos se utilizó una imagen médica segmentada de la columna lumbar, que se obtuvo de [10]. A partir de esta imagen médica, se extrajeron tres regiones de interés asociadas con la UFE L1-L2: las dos vértebras adyacentes L1 y L2 y el disco intervertebral (DIV) L1-L2. A partir de estas regiones, se generaron las mallas superficiales M_i , lo que garantiza que sean completamente 2-manifold y que no se superpongan entre sí. La figura 3- (a) muestra el modelo geométrico sin suavizado, mientras que la figura 3- (b) muestra el mismo modelo con un factor de suavizado del 50%.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



(a) Modelo no suave (b) Modelo suave

Figure 3: Modelado geométrico de una UFE. Fuente: Elaboración propia.

A partir de estos dos modelos geométricos de una misma UFE, se diseñaron dos simulaciones con los mismos parámetros para comparar sus resultados. Para cada simulación se crea un modelo de EF en el software FEBio Studio [11].

Las vértebras fueron modeladas como sólidas con un material elástico lineal homogéneo isotrópico, que representa el comportamiento de los componentes combinados de hueso cortical y hueso esponjoso. El módulo de elasticidad para las vértebras fue de 12.000 MPa y la relación de Poisson fue de 0,3, mientras que el DIV se configuró con un material elástico lineal homogéneo, que representa el comportamiento de los componentes combinados del núcleo y el anillo del DIV, con un módulo de elasticidad de 100 MPa y un valor de relación de Poisson de 0,4 [12], [13].

Con base en el modelo geométrico, se realizó el mallado volumétrico utilizando elementos tetraédricos cuadráticos T10. Estos elementos ubican nodos en los vértices y en el medio de los bordes, proporcionando los beneficios de los elementos tetraédricos lineales, pero mejorando la precisión [14].

Para la configuración de carga, el cuerpo vertebral L1 superior recibió aproximadamente 450 N, lo que equivale al peso corporal de una persona de 70 kg, incluidos el tronco, la cabeza y los brazos [15]. Como condiciones de contorno, se restringieron todos los grados de libertad de la parte inferior del cuerpo vertebral L2.

Para las simulaciones se utilizaron interfaces de contacto sliding-elastic, que permiten un contacto tanto por fricción como sin fricción entre dos superficies. Cada interfaz deslizante-elástica consta de una superficie maestra (primaria) y una superficie esclava (secundaria). La superficie esclava es la superficie sobre la que se integran las ecuaciones de contacto y sobre la que se calculan las fuerzas de tracción de contacto. La superficie maestra se utiliza para medir la función de separación y definir las cantidades cinemáticas necesarias, como normales de superficie y tangentes.

Finalmente, se crea el paso de análisis de Mecánica Estructural, completando así la configuración del modelo de EF.

SIMULACIÓN

Para resolver el conjunto simultáneo de ecuaciones que genera el método de EF se utilizó el procesador no lineal implícito FEBio. Este procesador está especialmente diseñado para aplicaciones biomecánicas, ofreciendo análisis, modelos constitutivos y

condiciones de contorno que son relevantes para este campo en particular.

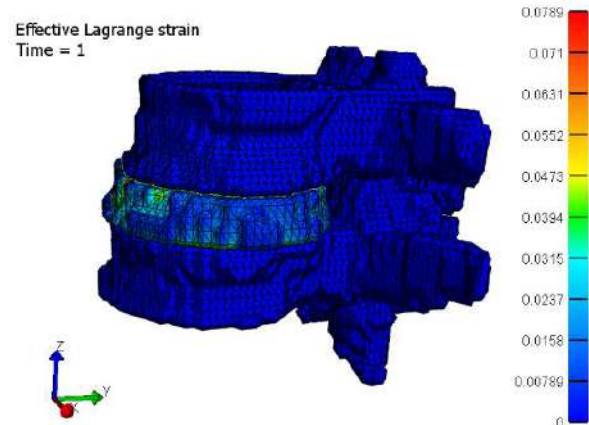


Figure 4: Tensión de Lagrange efectiva de una FSU no suave compuesta por tres regiones. Fuente: Elaboración propia.

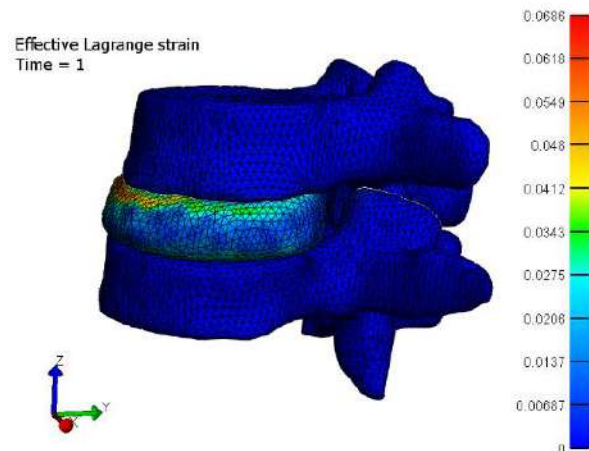


Figure 5: Tensión de Lagrange efectiva de una FSU compuesta por tres regiones suaves. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se completa la solución, con suerte sin ningún error, el procesador escribe los resultados en un archivo de registro de salida cuyos datos se pueden mostrar en un archivo con la extensión xplt. Las figuras 4 y 5 muestran el resultado de las dos simulaciones. En la figura 4 se muestra la presión de Lagrange efectiva para el modelo NO suave en el tiempo 1 con un valor de 0.0789, mientras que en la figura 5 el valor es 0.686 para el modelo suave.

RESULTADOS

En las Tablas 1 y 2 se muestra el número de vértices y triángulos de las mallas de superficie, así como el área y volumen tanto de la malla base, generada directamente a partir de imágenes médicas mediante el algoritmo Flying Edges [7], como de la malla



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

superficial obtenida con un factor de suavizado del 50%. Sin embargo, una buena segmentación de imágenes médicas es un paso fundamental para obtener una geometría de modelo detallada de alta calidad (malla de superficie) de un dominio determinado (estructura anatómica).

Tabla 2. Estadísticas de la malla base

Región de interés	Malla base			
	Puntos	Triángulos (caras)	Área de superficie	Volumen
Vértebra L1	6506	13012	5880.15	12135.44
Vértebra L2	7374	14748	6648.91	13019.49
DIV L1-L2	2648	5292	2323.57	6022.38

Tabla 2. Estadísticas de la malla final

Región de interés	Malla final			
	Puntos	Triángulos (caras)	Área de superficie	Volumen
Vértebra L1	6506	13012	4914.69	12044.06
Vértebra L2	7374	14748	5517.95	12951.28
DIV L1-L2	2648	5292	2048.03	6017.1

En la Figura 5 se puede observar que el porcentaje de conservación de las diferentes mallas superficiales está entre el 83 y el 88%, mientras que la conservación del volumen es casi del 100% en todos los casos.

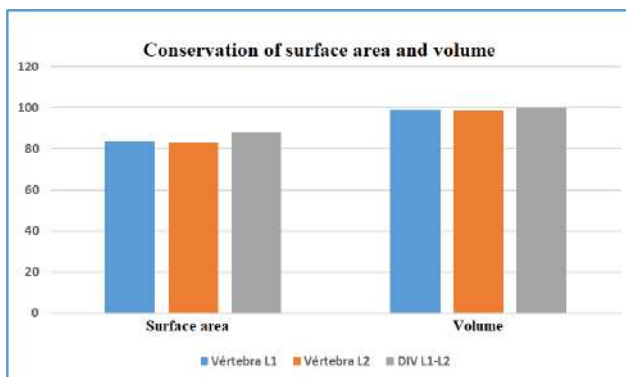


Figura 5: Conservación de la superficie y del volumen. Fuente: Elaboración propia.

La preservación del volumen es una característica importante de los modelos 3D requeridos en diferentes campos, desde gráficos por computadora para hacer que las deformaciones parezcan más naturales, hasta sistemas dinámicos para lograr simulaciones más estables [16].

La Tabla 3 muestra algunas estadísticas del proceso de simulación de UFE. La elección del algoritmo de suavizado de superficies y sus parámetros de entrada marcan la diferencia. En el modelo sin suavizado, la memoria máxima es casi diez veces mayor mientras que el tiempo transcurrido es casi veinte veces mayor en comparación con el modelo suave.

Tabla 3. Estadísticas de la malla final

Estadística	Malla base	Malla final
No. of dominios	3	3
No. of nodos	119077	19331
No. of elementos	64570	36816
Pico de memoria	5435.8 MB	565.9 MB
Tiempo	26.37 min	1.42 min

CONCLUSIONES

El modelado geométrico preciso de estructuras anatómicas es muy importante para fines de modelado y simulación médicos. Este trabajo presentó un marco de trabajo eficiente y semiautomático para modelar estructuras anatómicas de alta calidad con diferentes factores de suavizado, obteniendo mallas superficiales que solo contienen triángulos de calidad, de tamaño uniforme y adaptadas a la curvatura de la estructura anatómica. Adicionalmente, cuando la estructura anatómica está compuesta por varias regiones, la geometría obtenida garantiza que las interfaces de las regiones no se superpongan entre sí, evitando triángulos invertidos y contribuyendo a la convergencia de la simulación por EF.

La solución calculada por el procesador FEBio solo se aplica a la malla de EF para la que se realizó la simulación. Sin embargo, la solución exacta debe ser independiente de la malla y, por lo tanto, casi siempre es necesario un estudio de convergencia de la malla para garantizar que la solución de FEBio se acerque a la solución exacta. En la práctica, esto significa que un modelo de EF debe ejecutarse varias veces con una malla cada vez más fina (o gruesa, según el caso) para averiguar a qué densidad de malla ya no cambia la solución de FEBio. Las mallas obtenidas con el marco propuesto garantizaron la convergencia de las simulaciones, aunque el tiempo y el pico de memoria requerido para cada simulación fueron diferentes.

Aunque los modelos geométricos obtenidos con el marco de trabajo propuesto cumplen con los requisitos geométricos del análisis por EF, existen algunas limitaciones en la configuración de los modelos de EF. La definición de material elástico lineal homogéneo no coincide con los materiales reales de una UFE, especialmente los del DIV, que se sabe que son anisotrópicos. Además, para replicar completamente la respuesta mecánica de la UFE en el trabajo diario, la carga de fuerza debe seleccionarse para simular un proceso dinámico en lugar de uno estático.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación IMAGINET por su constante asesoría en el tema de integración de tecnologías. Este trabajo ha sido financiado parcialmente por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el marco del proyecto de investigación institucionalizado con el código 3307857717.

REFERENCIAS

- [1] Vidal, F. P., Bello, F., Brodlie, K. W., John, N. W., Gould, D., Phillips, R., and Avis, N. J. (2006). Principles and applications of computer graphics in medicine. In *Computer Graphics Forum*, volume 25, pp. 113-137.
- [2] d'Otreppe, V., Boman, R., and Ponthot, J.-P. (2012). Generating smooth surface meshes from multi-region medical images. *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, 28(6-7), pp. 642-660.
- [3] Yuan, Z., Yu, Y., and Wang, W. (2012). Object-space multiphase implicit functions. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 31(4), pp. 1-10.
- [4] Bronson, J. R., Levine, J. A., and Whitaker, R. T. (2013). Lattice cleaving: Conforming tetrahedral meshes of multimaterial domains with bounded quality. In *Proceedings of the 21st International Meshing Roundtable*, pp. 191-209.
- [5] Lorensen, W. E. and Cline, H. E. (1987). Marching cubes: A high resolution 3d surface construction algorithm. In *ACM siggraph computer graphics*, volume 21, pp. 163-169.
- [6] Ju, T., Losasso, F., Schaefer, S., y Warren, J. (2002). Dual contouring of hermite data. In *Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pp. 339-346.
- [7] Schroeder, W., Maynard, R., y Geveci, B. (2015). Flying edges: A high-performance scalable isocontouring algorithm. In *2015 IEEE 5th Symposium on Large Data Analysis and Visualization (LDAV)*, pp. 33-40.
- [8] Taubin, G., Zhang, T., y Golub, G. (1996). Optimal surface smoothing as filter design. In *European Conference on Computer Vision*, pp. 283-292. Springer.
- [9] Taubin, G. (1995). A signal processing approach to fair surface design. In *Proceedings of the 22nd annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, p 351-358.
- [10] The Surgical Planning Laboratory of Harvard University, <https://spl.harvard.edu>, last accessed 2021/08/15.
- [11] FEBio Studio Homepage, <https://febio.org>, last accessed 2021/08/15.
- [12] Yamamoto, I., Panjabi, M. M., Crisco, T., y Oxland, T. (1989). Three-dimensional movements of the whole lumbar spine and lumbosacral joint. *Spine*, 14(11), pp. 1256-1260.
- [13] Lavaste, F., Skalli, W., Robin, S., Roy-Camille, R., y Mazel, C. (1992). Threedimensional geometrical and mechanical modelling of the lumbar spine. *Journal of biomechanics*, 25(10), pp. 1153-1164.
- [14] Finley, S. M., Brodke, D. S., Spina, N. T., DeDen, C. A., y Ellis, B. J. (2018). Febio finite element models of the human lumbar spine. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, 21(6), pp. 444-452.
- [15] Nabhani, F. y Wake, M. (2002). Computer modelling and stress analysis of the lumbar spine. *Journal of Materials Processing Technology*, 127(1), pp. 40-47.
- [16] Ozbolat, I. T. y Koc, B. (2011). Multi-directional blending for heterogeneous objects. *Computer-Aided Design*, 43(8), pp. 863-875.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Generación de escenarios virtuales en sistemas embebidos como tratamiento para la ansiedad

Karla Cabrera Velázquez
Departamento de sistemas y
computación
TecNM
Campus Tapachula
México
karlacv.0228@gmail.com

Manuel de Jesús Matuz Cruz
Depto. Sistemas y Computacionales
ITTapachula
TecNM Chiapas
México
+52 9621382877
mjmatuz@tapachula.tecnm.mx

Dante Mújica Vargas
Departamento de Ciencias
Computacionales
Centro Nacional de
Investigación y Desarrollo
Tecnológico
Cuernavaca, Morelos México
dante@cenidet.edu.mx

Antonio Luna Álvarez
Tecnológico Nacional de México-
CENIDET
Cuernavaca-Morales, México
Jesus.luna18ce@cenidet.edu.mx

RESUMEN

En el presente trabajo, se plantea una metodología para disminuir los niveles de ansiedad, los cuales se presentan de forma severa o nada en absoluto; de acuerdo con la encuesta mundial de la salud mental, la prevalencia anual de ansiedad en Latinoamérica se ubica alrededor de 3.6%. Cuando la ansiedad rebasa los niveles severos, aparece un deterioro de la actividad cotidiana [1]. La metodología generaliza tres métodos para la disminución de la ansiedad: El primero identificado con el nombre Método Participante, la muestra total estuvo conformada por 40 participantes, en un rango de edad de 18 a 62 años, seleccionados de manera no probabilística de tipo intencional teniendo como criterio de inclusión, no haber sido diagnosticados por algún trastorno mental; Como instrumento de medición se aplicó el Inventario de Ansiedad de Beck (BAI), donde cada ítem se valora entre 0 y 3 puntos en función de la respuesta dada por el participante y, tras sumar directamente la puntuación de cada ítem, se obtiene una puntuación total que varía

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

de 0 a 63, el cual permitió hallar como resultado la frecuencia de la ansiedad, el 55% de los participantes presento síntomas severos, el 10% moderados y 35% nada en absoluto. Mientras que, en el segundo método con el nombre de Exposición de Realidad Virtual (ERV), se excluyó al 35% de los participantes, porque no presentaban ansiedad. El 65% restantes fueron incluidos al segundo método, también conocido como terapia de inmersión con técnicas de RV, para lograr disminuir los niveles de ansiedad que se reflejó en la primera prueba del test, y en el tercer método definido como, método evaluación, se aplicó de nuevo el test de ansiedad para verificar si se obtuvo reducción de ansiedad con el uso de los escenarios. Como resultado de la metodología propuesta se obtuvo una reducción de ansiedad del 90% en los participantes.

ABSTRACT

In the present work, a methodology is proposed to reduce anxiety levels, which appear severely or not at all (or intermediate between both extremes); According to the global mental health survey, the annual prevalence of anxiety in Latin America is around 3.6%, while that of other mental disorders is approximately 5.9%.

When anxiety exceeds severe levels, a deterioration in daily activity appears [1]. The methodology generalizes three methods for the reduction of anxiety: The first one identified with the name Participant Method, the total sample consisted of 40 participants, in an age range of 18 to 62 years, selected in a non-probabilistic way of an intentional type having as an inclusion criterion, not having been diagnosed with a mental disorder; As a measurement instrument, the Beck Anxiety Inventory (BAI) was applied, where each item is valued between 0 and 3 points depending on the response given by the participant and, after directly adding the



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

score of each item, a score is obtained total ranging from 0 to 63, which allowed finding the frequency of anxiety as a result, 55% of the participants presented severe symptoms, 10% moderate and 35% nothing at all. While, in the second method called Virtual Reality Exposure (VRE), 35% of the participants were excluded, because they did not present anxiety. The remaining 65% were included in the second method, also known as immersion therapy with VR techniques, in order to reduce the levels of anxiety that was reflected in the first test of the test, and in the third method defined as, evaluation method, it was He applied the anxiety test again to verify if there was a reduction in anxiety with the use of the scenarios. As a result of the proposed methodology, a 90% reduction in anxiety was obtained in the participants.

Categorías y Descriptores Temáticos

Generation of Virtual Scenarios: Virtual Reality, Artificial Intelligence.

Generación de Escenarios Virtuales: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial.

Términos Generales

Realidad Virtual, Inteligencia artificial, Sistemas embebidos.

Palabras clave

Ansiedad, Realidad Virtual, Sistemas embebidos.

Keywords

Anxiety, Virtual Reality, Embedded Systems

INTRODUCCIÓN

La ansiedad se define como una reacción emocional provocada por la anticipación de una amenaza real o imaginaria, también, puede describirse como un sentimiento de inquietud, nerviosismo, preocupación, temor o pánico por lo que está a punto de ocurrir o puede ocurrir. Mientras que el miedo es la emoción que sentimos en presencia de una amenaza [1].

El Inventario de Ansiedad de Beck es, una herramienta útil para valorar los síntomas somáticos de ansiedad, tanto en desórdenes de ansiedad como en cuadros depresivos, contiene sólo 21 ítems que se pueden responder en 5-10 minutos y que su corrección es tan fácil y rápida que puede realizarse en 1-2 minutos, es posible aplicar el BAI repetidamente durante el proceso terapéutico para monitorizar los progresos del paciente y evaluar los resultados de la terapia. En este contexto, el BAI puede ayudar a responder a la pregunta de si un paciente está igual, ha mejorado o ha empeorado de su problema de ansiedad o incluso si ya se ha recuperado, es decir, si se ha producido una reducción o aumento clínicamente significativo en su sintomatología ansiosa, Basándose en estos dos criterios, el método de Jacobson y Truax, que asume que un cambio clínicamente significativo supondría la vuelta a una población funcional de un paciente que antes del tratamiento pertenecía a una población disfuncional, es decir, que dicho cambio supondría que la puntuación de un paciente en el BAI ya no pertenece a la

distribución de puntuaciones en el BAI de una población disfuncional [2].

El Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (5ª edición) (DSM-5), como las ediciones anteriores de este manual, está basado en el modelo categorial, que implica que cada categoría diagnóstica es diferente de la salud y del resto de las categorías diagnósticas. Sin embargo, al ser conscientes sus autores de las limitaciones del sistema categorial, incorporan, hasta cierto punto, un enfoque más dimensional que en las ediciones anteriores. Así, por ejemplo, se analiza la severidad mayor o menor de los síntomas (leve, moderado y severo) en diversos cuadros clínicos (el trastorno depresivo mayor o los trastornos adictivos y relacionados con sustancias). [3].

La exposición, es un tratamiento que ocurre a través de la imaginación de estímulos que causan ansiedad (exposición imaginaria) o al exponer a una persona a la vida real que causa ansiedad (exposición en el lugar). La estrategia del tratamiento involucrado en la técnica de exposición es identificar señales que activan situaciones de ansiedad y miedo. Posteriormente, el participante estará expuesto a señales de estrés, donde paciente aprenderá a lidiar con la ansiedad en situación de miedo hasta que la ansiedad disminuya y desaparezca gradualmente. Con todo esto en mente, no es de extrañar que algunas personas piensen que la posibilidad de utilizar la tecnología Realidad Virtual (RV), como una nueva forma de exposición [4].

Los escenarios virtuales son un potente instrumento de visualización de la información, que ofrecen una multitud de ventajas a la hora de transmitir información y se muestra como una herramienta de fácil manejo para el usuario [5].

Como se ha demostrado en estudios sobre ataques de pánico, agorafobia y trastorno de ansiedad social, la eficacia de ERV, va más allá de los simples trastornos de ansiedad [6]. En la literatura, se detallan métodos relacionados en el desarrollo de escenarios virtuales como apoyo al trastorno de ansiedad. Estos métodos, implementan ERV, con el objetivo de evocar emociones y facilitar el procesamiento de temores asociados a un nivel alto de ansiedad. El tratamiento mediante realidad virtual para la fobia a volar: es un método, para la creación de escenarios virtuales con el objetivo del control hacia la fobia a volar, así mismo el método participante e instrumentos y el procedimiento de evaluación, con el empleo de dos entrevistas admisión y estructurada los cuales evalúan cualquier trastorno de ansiedad, la descripción del escenario virtual en casa preparando el viaje, consiste en una habitación en la que se recrea el momento de preparación del equipaje antes del vuelo, el método radica en la fobia a volar y sobre cómo funciona la exposición virtual [6].

El método con el nombre de selección y descripción del participante e información, es una técnica que se basa en la aplicación de los instrumentos de adaptación española del cuestionario de cogniciones agorafóbicas (ACQ) tiene como objetivo la evaluación de pensamientos catastróficos cuando se experimenta ansiedad [7].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

El cuestionario ACQ consta de quince ítems referidos a pensamientos de consecuencias negativas de la experiencia de ansiedad. El cuestionario de sensaciones corporales (BSQ), tiene como objetivo la evaluación del miedo producido por sensaciones psicofisiológicas. El cuestionario BSQ consta de diecisiete ítems referidos a sensaciones físicas asociadas a respuestas fisiológicas de ansiedad. Ambos instrumentos son viables para medir la ansiedad al igual que el BAI, instrumento que también se aplicó en este trabajo el BAI. Como resultado de la aplicación de este método, se les aplicó una entrevista a quienes obtuvieron ítems por encima de 75, el total de ítems de los instrumentos es de 87 y finalmente la aplicación de los entornos virtuales a quienes presentaron ansiedad alta para nivelar su ansiedad, en la figura 1 se muestra el diseño del escenario que lleva por nombre, entorno de la casa. Escenario desarrollado para reducir el tipo de trastorno de ansiedad que puedan presentar, como lo fueron la agorafobia, ansiedad generalizada y estrés postraumático [7].

En el análisis general de los distintos métodos de validación para los escenarios, el coeficiente alfa (cronbach) se define, como presentación de una estimación de confiabilidad, administrando una misma prueba en momentos diferentes, de acuerdo con la literatura los métodos ERV y selección del participante se vuelven muy útiles para los tratamientos enfocados en los trastornos mentales aplicando RV, obteniendo resultados favorables en la reducción de la ansiedad o algún otro trastorno mental [8], además emplea el uso de tecnología de RV que tiene un gran impacto en áreas psicológicas, pero donde mayor interés tiene es en el campo de tratamientos psicológicos.

En los resultados de este trabajo, se encuentran variables asociadas a la disminución de ansiedad como dependientes (aquellas relacionadas con un tratamiento) con aplicación de RV y los factores independientes son aquellos, cuyo impacto no está influenciado por el tamaño de la población, los cuales fueron aquellos que se sometieron al test con el fin de conocer el rango de ansiedad que el usuario pueda presentar, logrando desempeñar un rol importante y significativo, no solo por darle validación a los escenarios, sino también por el apoyo que aportan los escenarios en los usuarios como la disminución de la ansiedad. Una de las desventajas que afectan directamente a los usuarios, es la posibilidad de producir desorientación sensorial.

Este artículo presenta una nueva metodología desarrollada para la creación de escenarios virtuales en sistemas embebidos (específicamente en dispositivos móviles), como apoyo para la disminución de ansiedad, mediante el software Unity-2019 trabajando con Vuforia empleando la función del desarrollo de escenarios, aplicaciones, películas con resultados de plataformas de Realidad Virtual y Aumentada.

En figura 2 se describe, el diagrama de un proceso de desarrollo del escenario virtual. Para concretar las exigencias de los escenarios se manejó la técnica de Música Terapéutica que se relaciona con promover y facilitar la comunicación satisfaciendo las necesidades emocionales, provocando estímulos que favorecen la relajación [9],

la psicología del color es sensorial e individual, que clasifica su percepción asignándole significado y observando las funciones que aprecia de manera subjetiva [10].



Figura 1. Entorno de la casa (García, 2019).

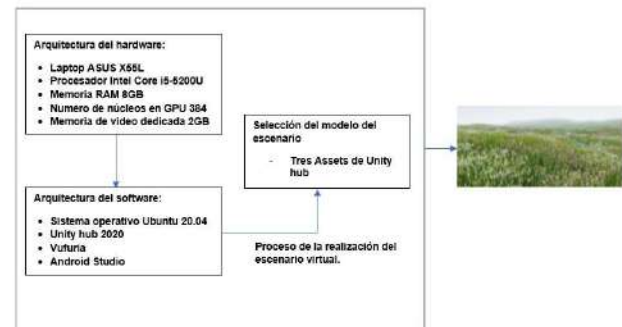


Figura 2. Diagrama del software y hardware

OBJETIVO

Implementar escenarios virtuales para la reducción de los niveles de ansiedad.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En esta sección, se describe el desarrollo del diseño de la metodología propuesta, iniciando con el primer método, En esta sección, se describe el desarrollo del diseño de la metodología propuesta, iniciando con el primer método, en el cual se basa en la recolección de información de forma cualitativa, sin ningún diagnóstico psicopatológico; se realizó un proceso de selección de quienes puedan reflejar niveles ansiedad con el apoyo de la aplicación del instrumento de medición el test IBA, para tener una valoración clara, precisa y rápida de los niveles de ansiedad que pueda o no presentar el participante. En la figura 3 se desglosa la metodología generalizada a tres métodos y como ultimo los parámetros de validación de los escenarios.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 5. Escenario Nature Starte, plantilla para crear el escenario (Chayes,2020)



Figura 3. Diagrama General de la Metodología Propuesta

Método participante

El BAI, se aplicó a una muestra de 40 participantes, sin ningún diagnóstico psicopatológico. La edad de los participantes se encontraba entre 18 y 62 años, donde los resultados, predominan, por este orden, el 55% de (22/40) presentaron ansiedad severa, el 10% de (4/40) ansiedad moderada y el 35% de (14/40) nada en lo absoluto como se muestra en la figura 4 gráficamente. Teniendo en cuenta el propósito de este trabajo, solo se utilizó la sección dedicada a la disminución de niveles de ansiedad. A continuación, se describe el instrumento empleado para la valoración de los niveles de ansiedad.

-Inventario de ansiedad de Beck (BAI), los análisis factoriales indican que mide una dimensión de ansiedad se concluye que el BAI para detectar y cuantificar los niveles de ansiedad.



Figura 4. Resultados de la primera prueba del test

Exposición de Realidad Virtual

La utilización de los escenarios virtuales permite al usuario, reducir los niveles de ansiedad, en su uso, se pueden percibir sonidos estéreo, en donde la presencia se considera un componente necesario de la terapia de exposición. En la ERV se pretende facilitar el procesamiento de los temores asociados a la ansiedad. El uso de este segundo método, tiene un mayor enfoque de efectividad en los trastornos mentales, convirtiéndolo un método efectivo para esta investigación, también obteniendo la experiencia de exposición y el control de estímulos. Después de realizar el primer método, se realiza la aplicación de los escenarios virtuales en los 26 participantes que tuvieron rangos de ansiedad severa y moderada reflejados en el test BAI como se mencionó anteriormente, en la figura 5 se muestra el modelo del diseño del escenario virtual, sus características se centran con la idea de reflejar un lugar en que el participante pueda sentirse tranquilo y seguro; la clave de la mejora del método exposición no es impedir la evitación o escape que se convierta en una señal de seguridad, si no, mediante la ansiedad presentada, el participante logre tener estímulos evocadores que le generen autocontrol de sus emociones, tranquilidad, permitiendo hacer frente a los síntomas psicofisiológicos y cognitivos de la ansiedad.

Método de evaluación

La evaluación se llevó a cabo en tres sesiones descritas a continuación.

Procedimiento:

En la primera sesión, se dividió en dos partes: se pusieron unos videos de 5 minutos antes del procedimiento para estimular sus emociones después, se realizó el método participante que es la aplicación del test a los 40 participantes, en el que solo 26 participantes dieron registro con niveles de ansiedad severa y moderada y los 14 restantes en lo absoluto. En la segunda sesión, se dedicó al segundo método, exposición de la realidad virtual, la funcionalidad de los escenarios es reducir los niveles de ansiedad, la descripción de los escenarios consiste en la recreación de un lugar que el usuario pueda sentirse tranquilo, con la inclusión de música terapéutica que ayuda a estimular, disminuye la ansiedad y logra tranquilizar al participante. En la tercera sesión, se aplicó de nuevo el test para visualizar, si, los niveles de ansiedad se disminuyeron,



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

los síntomas que provocan la ansiedad se fueron reduciendo gracias al uso de los escenarios virtuales.

Validación

Para realizar la validación de los escenarios, por medio de la evaluación cuantitativa, se utilizó el Inventario de Ansiedad de Beck de 21 ítems para medir los niveles de ansiedad que puntea en una escala de 0 a 3, con un rango de puntuación de 0 a 63, en la tabla 1 se describe el rango de puntuación donde se manifiesta el resultado de 25 puntos, en los cuales son indicios de la presencia de ansiedad y la Desviación Estándar (DE) oscila entre los 14 puntos.

El BAI fue específicamente para valorar la severidad de los síntomas de ansiedad, convirtiéndolo apropiado para valorar cambios tras el uso de los escenarios.

PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS:

La consistencia interna del BAI fue estimada a partir del coeficiente alfa de Cronbach, de las correlaciones de Pearson entre sus ítems y de los coeficientes de correlación de Pearson de la fiabilidad y la validación, son métricas que se utilizan para darle la efectividad a todo instrumento que se utilice para conocer niveles de ansiedad, depresión estimados, como es el caso de esta investigación.

Fiabilidad: Posee una elevada consistencia interna (alfa de Cronbach de 0-90 a 0-94). La correlación de los ítems con la puntuación total oscila entre 0-30 y 0-71. La fiabilidad test-retest es de 0-67 a 0-93. [11]. El Alfa de Cronbach se obtiene a partir de la covarianza (intercorrelaciones) entre ítems de una escala, la varianza total de la escala, y el número de reactivos que conforman la escala.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^K \sigma^2_{Y_i}}{\sigma^2_X} \right) \quad (1)$$

Donde **K** es el número de ítems en la escala que está conformado de 0 a 3. $\sigma^2_{Y_i}$ es, la Varianza del ítem *i*, indica la capacidad discriminativa del ítem, es decir, colabora con la visión que se tiene de si el ítem detecta las diferencias individuales de la variable a medir. La Varianza se calcula multiplicando.

$$p * q = S_j^2 \quad (2)$$

Donde **p** es la dificultad del ítem, se encuentra como la proporción de las personas que contestaron correctamente, después se calculara la **q**, la cual es la proporción de las que respondieron incorrectamente, **SJ²** y **SJ** es, la varianza y desviación del ítem, indica su capacidad discriminativa, los puntajes entre los cuales se puede encontrar la varianza es un mínimo de cero (0) y un máximo de veinticinco decimas (0.25) dependiendo de la cantidad de ítems logrando obtener una alta capacidad discriminativa σ^2_X es, la Varianza de las puntuaciones observadas de los individuos [12].

Tabla 1 Datos de validación del IBA

Rango de Escala	Ansiedad	DE	A. Absoluto	DE
0-63	25-7 ítems	11-4 ítems	9-3 ítems	4-1 ítems

Se divide la sumatoria de las varianzas de los ítems entre la varianza de las puntuaciones observadas de los individuos, ponderada por el número de ítems. Por esta razón, el Alfa de Cronbach tiende a mejorar si aumentamos el número de ítems en una escala.

Validez: Tiene una correlación con otras medidas de ansiedad en distintos tipos de poblaciones (jóvenes, adultos mayores psiquiátricos, población general), los coeficientes de correlación (r) con el Inventario de Depresión de Beck de 0-61 y con la Subescala de Depresión del SCL-90R de 0-63.

RESULTADOS

De los 40 participantes, 14 participantes fueron excluidos para las pruebas de la ERV, luego que en los resultados mostraran ansiedad en absoluto. Las puntuaciones de la exposición gradual y la repetición de la exposición, se puede observar que el grado de ansiedad en la primera prueba es de 27 ítems, durante la aplicación de la ERV se redujo drásticamente hasta obtener puntuaciones de 4 ítems que se observa gráficamente en la figura 6, se describen los resultados del primer test en los cuales 26 participantes presentaron un grado de ansiedad severa y moderada y la comparación de los resultados del segundo test. Además de estas puntuaciones, un dato importante de este trabajo, el participante logro obtener flexibilidad cognitiva gracias a la disminución de la ansiedad que presentaba con apoyo del método ERV.

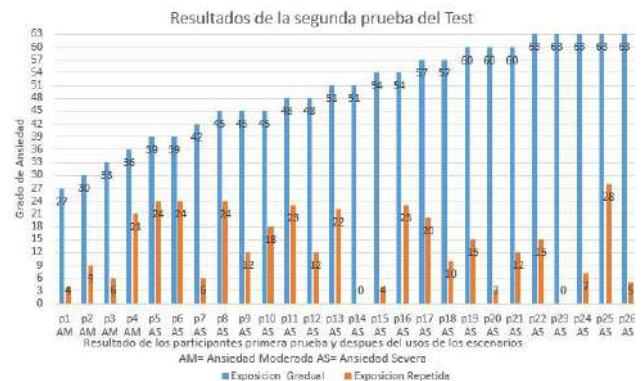


Figura 6. Grado de Ansiedad al realizar el Test Iba

CONCLUSIONES

La metodología propuesta fue diseñada para el desarrollo de escenarios virtuales, con métodos para la disminución de los niveles de ansiedad, se tomaron en cuenta las competencias requeridas para llevar a cabo puesto que prioriza el uso de tecnologías como lo es



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

la realidad virtual y la inteligencia artificial, este escenario se caracteriza por alcanzar mejoras en la salud mental de las personas, especificando que es una herramienta de apoyo para reducir la ansiedad, lo interesante e importante de los escenarios virtuales es que buscan alcanzar mejoras para mejor uso y entendimiento para el usuario, los escenarios fueron presentados a 26 participantes que resultaron con ansiedad severa y moderada, como resultado de la primera prueba del test de ansiedad IBA, hay que destacar que las aplicaciones de los escenarios se tuvieron en cuenta las características de los síntomas de ansiedad del DSM-5, los cuáles son factores importantes para su desarrollo siendo una clave importante de este trabajo. El propósito de los escenarios no solo fue disminuir la ansiedad, si no también lograr que el usuario obtenga una implicación emocional, para que después de su aplicación se sienta más relajado, tranquilo, confiado, también pueda seguir con sus actividades y no trascienda en su vida diaria y los niveles de ansiedad aumenten, por lo que este objetivo se cumplió.

La fiabilidad en términos de consistencia interna de las puntuaciones totales que se obtienen con la versión española del BAI es elevada (alfa de Cronbach= 0,90) y replica los coeficientes encontrados en los estudios previos realizados con muestras semejantes al ACQ y BSQ, el método que se ha comparado con eficacia en este trabajo es el de Exposición de realidad virtual y sus resultados sean favorables con la disminución de ansiedad de un 90%, por que tradicionalmente esta se aplicaba en vivo o a través de la imaginación pero, pese a los buenos resultados, sobre un 25% de los participantes rechazan la exposición o abandonan el tratamiento [14], para reducir este porcentaje deben encontrarse nuevas formas de aplicar la técnica de la exposición y una de ellas es la **realidad virtual (RV)**, la cual permite simular una situación en la que el paciente puede interactuar con los elementos reales que le generan ansiedad.

Una vez obtenidos los resultados de la investigación se obtuvo en promedio, la reducción del 90% de los síntomas de ansiedad en los 26 participantes que utilizaron los escenarios virtuales, también se puede observar cómo sin duda el uso de tecnologías como la RV aplicadas en la disminución de ansiedad es de gran ayuda, también muestra grandes beneficios permitiendo su fácil uso. La adaptación de la esta metodología muestra buenos indicios en la reducción de los niveles de ansiedad y tiempo a diferencia de otros trabajos con métodos de exposición, y con esta metodología se obtuvo un proceso 60 minutos divididos en la aplicación de los test y el uso de los escenarios virtuales.

REFERENCIAS

- [1] Feliú, M. T. (2014). Los Trastornos de Ansiedad en el DSM-5. Cuadernos de medicina psicosomática y psiquiatría de enlace, (110), 62-69.
- [2] Sanz, J., García-Vera, M. P., & Fortún, M. (2012). El "Inventario de ansiedad de Beck"(BAI): Propiedades psicométricas de la versión española en pacientes con trastornos psicológicos. *Behavioral Psychology/Psicología Conductual*, 20(3).
- [3] Echeburúa, E., Salaberría, K., & Cruz-Sáez, M. (2014). Aportaciones y limitaciones del DSM-5 desde la Psicología Clínica. *Terapia psicológica*, 32(1), 65-74.
- [4] García-García, E. S., Rosa-Alcázar, A. I., & Olivares-Olivares, P. J. (2011). Terapia de exposición mediante realidad virtual e internet en el trastorno de ansiedad/fobia social: Una revisión cualitativa. *Terapia psicológica*, 29(2), 233-243.
- [5] García, M. L. S. (2009). Posibilidades formativas mediante nuevos escenarios virtuales. *Educativo siglo XXI*, 27(2), 71-94.
- [6] Rivera, B. O., Botella Arbona, C., & Quero Castellano, S. (2001). Tratamiento mediante realidad virtual para la fobia a volar: un estudio de caso. *Clinical and Health*, 12(3), 391-404.
- [7] Garcia Z, Guerra K, Cano A, Medrano A. (2019). Diseño de entornos virtuales para el tratamiento de la agorafobia: inclusión de elementos culturalmente relevantes para la población de República Dominicana, Computadoras en el comportamiento humano, DOI: 10.1016/j.chb.2019.08.015.
- [8] Pérez Lizeretti, N. (2009). Tratamiento de los trastornos de ansiedad: Diseño y evaluación de una intervención grupal basada en la Inteligencia Emocional (Doctoral dissertation, Universitat Ramon Llull)
- [9] Izarra, C. J. (2017). Musicoterapia para el tratamiento de la ansiedad, depresión y somatizaciones Estudio de un caso. *Revista de investigación en musicoterapia*, 1, 85-105.
- [10] Cañellas, A. M. (1979). Psicología del color. *Maina*, 35-37.
- [11] Brown, JD (2002). Estimación de fiabilidad alfa de Cronbach. *Boletín SIG de pruebas y evaluación de JALT*, 6 (1).
- [12] Tovar, A., Rodríguez de los Ríos, L., Ponce Díaz, C., Frisnacho León, A., & Enríquez Vereau, J. (2011). Escala de desesperanza de Beck (BHS): Adaptación y características psicométricas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Apps para el aprendizaje a distancia en la enseñanza de las Actividades Artísticas en el NMS de la UAGro

Heidi Aide Calderón Ayala

CAAH781006

Universidad Autónoma de Guerrero

Escuela Preparatoria no. 46 Modalidad Mixta

+52 (747) 1084460

hcalderon@uagrovirtual.mx

RESUMEN

Hoy en día la tecnología está presente en todas las actividades cotidianas, sin embargo, ante la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV2, el ámbito educativo tiene nuevos e importantes retos que enfrentar para dar certeza al cumplimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de los educandos y alcanzar así el desarrollo de las competencias pertinentes.

A partir de la metodología investigación-acción, el docente-investigador, con la participación colaborativa de autoridades institucionales e integrantes de la comunidad educativa, analizaron de manera conjunta las diferentes opciones para hacer frente a las problemáticas y situaciones generadas por la pandemia, con el fin de avanzar en la mejora de la calidad educativa y atención a los educandos del Nivel Medio Superior (NMS) y Superior de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) durante la contingencia.

A partir de esta intervención educativa, el presente documento tiene como finalidad describir y difundir la experiencia educativa del proceso de enseñanza en la Unidad de Aprendizaje, en el que se utilizó, como herramienta para el aprendizaje a distancia, la App de comunicación WhatsApp, para dar atención un servicio adecuado y oportuno a los estudiantes de NMS y Superior de la UAGro durante esta emergencia sanitaria.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia. Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

Today technology is present in all daily activities, however, in the face of the health emergency generated by the SARS-CoV2 virus, the educational field has new and important challenges to face to give certainty to the fulfillment of the teaching-learning process of the students and thus achieve the development of relevant skills.

The purpose of this document is to describe and disseminate the educational experience of teaching the Artistic Activities Learning Unit (UAp) of the Upper Middle Level (NMS) and Higher Level of the Autonomous University of Guerrero (UAGro), using the WhatsApp communication App as a tool for distance learning, during this health emergency.

Categorías y Descriptores Temáticos

Computación aplicada.

Educación. Arte y Humanidades.

Términos Generales

Tecnología, Aplicación, Educación.

Palabras clave

Apps de comunicación, proceso de enseñanza aprendizaje, actividades artísticas, aprendizaje a distancia, emergencia sanitaria, experiencia educativa.

Keywords

Communication apps, teaching-learning process, artistic activities, distance learning, health emergency, educational experience.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

INTRODUCCIÓN

El Modelo Educativo Nacional, plasmado en la Política Social del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, bajo una ideología sustentada en el humanismo, retoma como premisa principal el derecho a la educación como el principal impulso para el desarrollo del bienestar de la población mexicana.

“Una de las primeras condiciones para la equidad en educación es la equidad de acceso. Las personas deben tener iguales oportunidades de contar con los servicios educativos a los que tiene derecho”, desde esta perspectiva, las deficiencias y brechas en la educación propiciadas por la actual emergencia de salud generada por el virus SARS-CoV2, aparece como una vulnerabilidad palpable para el desarrollo integral de los estudiantes.

Por lo anterior, la UAGro tiene la responsabilidad de alinearse a los esfuerzos gubernamentales e institucionales, pues la emergencia actual supone un riesgo latente para los educandos, en caso de que no brindar una educación pertinente de manera oportuna y eficiente ante la situación actual.

A partir de la formulación de este problema, el presente documento se dividirá en cuatro apartados:

En primera instancia se considera importante contextualizar el ámbito donde se llevó a cabo esta experiencia educativa, realizando la descripción de la situación actual ante la pandemia, identificando las posibles consecuencias de los efectos de la pandemia en el proceso educativo de los educandos, lo cual permite conocer los riesgos al desarrollo integral de los actores educativos.

En seguida se plasmarán las acciones implementadas por la UAGro para atender la problemática y brindar a los profesores, herramientas de apoyo que les permitan llevar a cabo su labor docente de acuerdo las necesidades actuales.

Posteriormente, se mencionan la herramienta seleccionada para atender a los estudiantes de la Unidad de Aprendizaje de Complementarias IV (Actividades Artísticas II) en el NMS en la UAGro, describiendo a detalle el desarrollo de esta experiencia educativa.

Por último, se presentan los resultados, ventajas y desventajas de la aplicación elegida, con la finalidad de que se retome como una opción para el proceso de enseñanza aprendizaje, no solo para los colegas que laboran en el área de las Artes, sino en cualquier otra área del conocimiento del Nivel Medio Superior y Superior de la UAGro.

OBJETIVOS

-Brindar atención educativa durante la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV2 a los estudiantes de Actividades Artísticas de Nivel Medio Superior y Superior de la Universidad

Autónoma de Guerrero para dar continuidad a su proceso formativo.

- Impulsar un ambiente educativo innovador, a través del uso de aplicaciones de software de comunicación como herramientas para el aprendizaje a distancia durante la emergencia sanitaria.

- Elaborar materiales digitales con contenidos que apoyen la labor educativa de los docentes de Nivel Medio Superior y Superior de Actividades Artísticas.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Metodología

El método de investigación-acción, considerado para esta intervención educativa, es un tipo de metodología cualitativa más adecuado para alcanzar resultados efectivos, debido, a que permite al investigador no solo conocer y comprender un problema o situación específica, sino también buscar una solución, así mismo, los actores que intervienen forman parte de la investigación como coinvestigadores en todas las fases del proceso.

De acuerdo a Martínez las fases que componen el proceso del método de investigación-acción son:

- Planteamiento del problema
- Recolección de la información
- Interpretación de la misma,
- Planeación
- Ejecución de la acción concreta para la solución del problema,
- Evaluación posterior sobre lo realizado. (2006, p. 136)

El método de investigación-acción, está orientado hacia la reflexión del contexto en el que están inmersos los actores, que se enfoca en dar posibilidad al desarrollo interno de la comunidad estudiada, lo cual, hace participes a sus integrantes tanto de la concientización de la situación real de su entorno, como del compromiso con las acciones para la solución de problemas o situaciones analizadas.

De esta manera la práctica educativa se ve enriquecida por la investigación, pues abona la posibilidad al docente de incidir en las problemáticas detectadas en su contexto educativo, lo anterior abona positivamente al entorno escolar. La investigación acción participativa, es un método, que, al surgir dentro del entorno escolar, permite transformarlo de manera crítica, lo cual aporta no solo en el ámbito educativo, sino también al entorno social.

A partir de esta metodología, el docente-investigador puede tener un rol activo y participativo durante el proceso de investigación, toma decisiones conjuntas con la comunidad escolar, revisando la intervención educativa de forma espiral, lo cual,



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

permite adaptar cada etapa de acuerdo a las necesidades que surgen en cada una de estas.

La participación colaborativa de autoridades institucionales con autoridades e integrantes de la comunidad educativa da oportunidad de tomar las decisiones más apropiadas para la solución prudente ante la situación emergente que se vive para avanzar en la mejora de la calidad educativa, en pro del desarrollo integral del estudiante de Nivel Superior de la UAGro, durante la pandemia.

De acuerdo a Martínez los investigadores de metodologías cualitativas actualmente tienen dos técnicas que facilitan el proceso de corroboración estructural:

La triangulación (de diferentes fuentes de datos, de diferentes perspectivas teóricas, de diferentes observadores, de diferentes procedimientos metodológicos, etc.) y las grabaciones de audio y de vídeo, que le permitirán observar y analizar los hechos repetidas veces y con la colaboración de diferentes investigadores. (2006, p. 137-138).

Para esta intervención educativa, se obtuvo información de los diferentes cursos de capacitación realizados de manera institucional para los docentes UAGro, de la experiencia docente de diferentes modalidades educativas tales como la modalidad virtual y mixta, así mismo, se hizo uso de contenidos digitales elaborados para el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de actividades artísticas durante prácticas innovadoras previas a esta contingencia.

Esta información, registrada en diarios de campo, fue triangulada y utilizada para dar pauta al *proceso de desarrollo* que a continuación se describe.

Contexto

Para dar inicio a este proceso de intervención educativa, se inicia describiendo en contexto de la problemática actual derivada de la pandemia, lo cual, nos permite identificar las causas y efectos de la emergencia sanitaria en el ámbito educativo, especialmente en la comunidad escolar donde se realizó esta experiencia educativa.

“El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró COVID-19 como una pandemia. Una pandemia ocurre cuando una enfermedad se propaga por grandes regiones y las personas no tienen inmunidad contra ella”. Ante esta situación, diversas actividades cotidianas se han visto afectadas entre ellas la educación.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en América Latina la pandemia de coronavirus provocó el cierre temporal de miles de escuelas, afectando a 156 millones de estudiantes.

La actual emergencia que se vive nivel mundial limita la falta de acceso y atención educativa, lo cual genera diferentes

consecuencias negativas que se tienen que atender, entre estas, se debe dar especial atención a la deserción escolar, pues la falta de acceso y atención pueden incidir en un repunte de la misma, por lo cual, se debe dar propuestas de intervención efectivas, que garanticen el derecho a la educación de las y los estudiantes.

México, al igual que muchas naciones de América Latina, es un país multicultural y con una gran diversidad de escenarios educativos, ante esta situación, las autoridades educativas de las diversas instituciones buscaron dar respuestas desde diferentes ópticas para dar solución a las diversas necesidades.

Por lo anterior y debido al riesgo de contagio, las instituciones educativas de los diferentes niveles tuvieron que cambiar de manera emergente de la modalidad presencial a la modalidad virtual, lo cual trajo consigo grandes necesidades y retos.

Estrategia institucional UAGro

Ante la situación descrita, la Universidad Autónoma de Guerrero emprendió el Plan de Continuidad Académica “UAGro en Línea”, mismo guía la atención de los jóvenes universitarios y da solución desde diversos frentes durante la actual emergencia.

Una de sus acciones más importantes fue la implementación de “una estrategia capacitación para el personal docente a través del uso de herramientas digitales, que ayudarán a los profesores a elegir alternativas de enseñanza con base en su práctica docente, para trasladarlas a un entorno virtual, dando acompañamiento y evaluación permanente para impartir sus clases en modalidad a distancia”.

Algunas de las herramientas de la WEB 2.0 a las que los docentes tuvieron posibilidad de acceder, fue el Google Education, que es el conjunto de herramientas digitales que Google pone al servicio de los Centros Educativos para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, ayudándoles a adaptarse a las necesidades de los estudiantes y a la situación actual de emergencia sanitaria, entre sus las que se encuentran:

- Google Classroom,
- Google Drive,
- Google formularios,
- Ofimática de Google y
- Algunos complementarios como el You tube y Zoom.

Se realizó también, una capacitación intensiva para el diseño de Unidades de Aprendizaje con criterios de calidad en ambientes virtuales de aprendizaje, mediante las siguientes temáticas:

- Estructura de un curso en línea.
- Búsqueda avanzada en internet.
- Curación de contenidos.
- Cómputo en la nube.
- Herramientas eficaces para la enseñanza en línea.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Así mismo, se realizó el Diplomado “Competencias digitales para la docencia”, que permite a los docentes integrar las herramientas y contenidos ya mencionados. Aunado a lo anterior, se realizaron diversos tutoriales y curso de capacitación y formación docente con temáticas como:

- Secuencia Didáctica para trabajo a distancia.
- Rúbrica de Evaluación para aprendizaje multimodal.
- Estrategias de Aprendizaje en la nueva normalidad.
- Habilidades Socioemocionales del tutor ante la contingencia sanitaria.
- Educación Inclusiva.
- Diseño Universal para el Aprendizaje.
- Taller: Administración de Documentos en Línea (Drive y Suite ofimática de Google).
- Taller: Aplicaciones de Comunicación Audiovisual para aprendizaje a distancia (Meet, Zoom y Webex).
- Taller: Apps para Aprendizaje a distancia (WhatsApp)
- Taller: Herramientas digitales para el aprendizaje (Presentaciones efectivas).

De esta forma, la UAGro proporciona una amplia gama de posibilidades que brinda a sus docentes para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes durante esta emergencia, sin lugar a dudas, los docentes, son unos de los recursos humanos determinantes para que el proceso de enseñanza aprendizaje sea eficiente y de calidad.

Por último, es importante señalar, que la implementación de cada una de estas posibilidades, no se contraponen a ninguna otra de las acciones emprendidas en nuestra Universidad, si no que coadyuvan y complementan todos los esfuerzos y recursos que esta Institución educativa propone, para dar continuidad y concluir el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de NMS y Superior.

WhatsApp como herramienta de aprendizaje a distancia en la enseñanza de las actividades artísticas.

De acuerdo a Tibocha “El docente está siendo una pieza clave en las universidades de Latinoamérica”, son los docentes quienes buscan, por todos los medios, que los estudiantes universitarios estén atendidos, adaptando diversas estrategias de enseñanza aprendizaje a la situación actual y a las necesidades de nuestro contexto.

Para dar continuidad al semestre enero-julio del ciclo escolar 2019-2020 en la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), los docentes de Nivel Medio Superior (NMS) y Superior, retomando las gamas de posibilidades de las que fueron dotado durante su capacitación y buscaron las estrategias más apropiadas que le permiten dar certeza al cumplimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo a las necesidades del entorno educativo, se selecciona el uso de la aplicación de comunicación Whats App como la herramienta idónea para atender a los estudiantes de las Unidades de Aprendizaje Complementarias IV (Actividades Artísticas II) en el NMS de la UAGro.

Para iniciar el uso de esta App de comunicación, se valoraron las ventajas del WhatsApp por encima de sus similares, sus cualidades son: mayor conectividad, uso común, posible instalación en diferentes dispositivos, uso práctico, sencillo y económico.

Así mismo, se exploró tanto en la aplicación como en buscadores, las diferentes posibilidades que brinda esta App de comunicación, con el fin de utilizar todas las opciones de esta herramienta.

Posteriormente se realizó el diseño de cada una de las sesiones de aprendizaje para la atención académica de la Unidad de Aprendizaje de Complementarias IV (Actividades Artísticas II).

Para la implementación de esta innovación educativa, se pudo establecer una estructura que contiene las partes básicas de una sesión de aprendizaje a distancia, que son:

1. Creación del grupo académico en WhatsApp.
2. Bienvenida.
3. Identificación y registro de estudiantes.
4. Realizar un encuadre estableciendo:
 - Horario de atención.
 - Reglas del grupo académico.
 - Forma de trabajo.
 - Forma de evaluación.
5. Desarrollo del tema:
 - Saludo.
 - Propósito.
 - Recurso didáctico (PDF, imagen, liga, entre otros).
 - Actividad.
 - Ejemplos.
 - Dudas.
 - Forma y fecha de entrega de evidencias de trabajo.
6. Cierre.

A partir de los resultados obtenidos de la implementación del diseño de esta Unidad de Aprendizaje, de manera institucional se retomó esta metodología y se compartió a través del Taller: Apps para Aprendizaje a distancia (WhatsApp), el cual, proporcionó a 103 docentes UAGro competencias para el diseño de sesiones de aprendizaje a través de esta Apps de comunicación en el trabajo académico a distancia, de manera efectiva, durante la Convocatoria 2020, que se encuentra disponible en el Facebook del Departamento de Formación y Evaluación Docente de Nivel Superior de la UAGro.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 1. Convocatoria de Cursos y Talleres de Formación Docente 2020 de la UAGro.

Como parte de los materiales del taller se elaboró el tutorial “Cómo utilizar WhatsApp desde tu computadora”, con la finalidad de conocer y compartir las funciones básicas de esta App de comunicación con los docentes y estudiantes de forma didáctica. Este material digital está disponible para el público en general en la página de YouTube EduSuperiorUAGro.

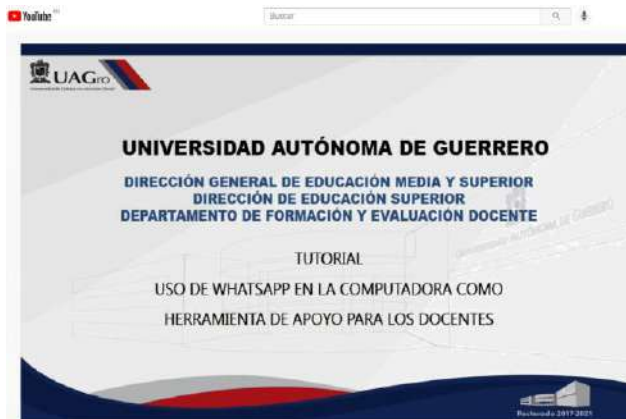


Figura 2. Tutorial “Cómo utilizar WhatsApp desde tu computadora”. Herramienta de apoyo para los docentes.

Así mismo, también como parte de los materiales del Taller: Apps para Aprendizaje a distancia (WhatsApp), de la Convocatoria Verano 2020 del Departamento de Formación y Evaluación Docente de Nivel Superior de la UAGro, se elaboró el tutorial “¿Cómo dar clases por WhatsApp?”, el cual tiene como ejemplo el diseño de la Unidad de Aprendizaje Complementarias IV (Actividades Artísticas II) de NMS. Este Tutorial se encuentra disponible en la página de la Dirección de educación Superior de la UAGro.



Figura 3. Tutorial “Cómo dar clases por WhatsApp”.

Una vez que los docentes UAGro fueron capacitados en el uso de esta aplicación, la App de comunicación WhatsApp fungió como herramienta de apoyo el logro de los propósitos educativos en enseñanza a distancia durante la pandemia.

RESULTADOS

La aplicación de una App de comunicación no solo nos permitió culminar de manera emergente el semestre enero-julio del ciclo escolar 2019-2020 si no consolidar una metodología para la atención de los estudiantes durante los semestres subsecuentes, la cual permite utilizar de manera innovadora las herramientas que las TIC ponen a nuestro alcance.

El proceso de estos resultados puede visualizarse en el tutorial ¿Cómo dar clases por WhatsApp?, en el que se observa paso a paso las etapas que siguieron los estudiantes para lograr su creación artística.

Los productos finales del proceso artístico de los estudiantes en la Unidad de Aprendizaje Complementarias IV (Actividades Artísticas II) de NMS de la UAGro, se puede observar en la Exhibición de Arte y Cultura “Conciencia Social para Renacer”, exposición virtual realizada en la página de Facebook de la Escuela Preparatoria No. 46 UAGro -Modalidad Mixta- .



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

LA DIRECCIÓN DE LA ESCUELA PREPARATORIA NO. 46 MODALIDAD MIXTA EN COORDINACIÓN CON LA ACADEMIA DE HUMANIDADES

Con el objetivo de exponer las evidencias de trabajos que los estudiantes de la Unidad de Aprendizaje de Actividades Artísticas realizaron desde sus hogares

INVITAN

A toda la comunidad escolar de esta institución educativa y al público en general a la

6ª Exhibición de Arte y Cultura
CONCIENCIA SOCIAL PARA
RENACER

Lugar:
Facebook
Escuela Preparatoria No. 46 UAGro -Modalidad Mixta-

Fecha:
19 de junio de 2020

Exposiciones:

- Expresión corporal 10 hrs.
- Mural 11 hrs.
- Pintura 12 hrs.

Docentes coordinadores de la UAp de complementarias:
Mtra. Heidi Calderón
Lic. Ana Laura Carranza
Lic. Abraham Silva

Expositores:
Estudiantes de la Unidad de Aprendizaje de Complementarias Actividades Artísticas.

Figura 4. Cartel de la 6ª. Exhibición de Arte y Cultura “Conciencia Social para Renacer”. La cual expone parte de las evidencias de trabajos que los estudiantes de NMS realizaron desde casa durante el confinamiento.

Los productos finales pueden dar cuenta de que los alumnos fueron parte activa de su aprendizaje, logrando así aprendizajes significativos. Esta herramienta de aprendizaje propicio una participación propositiva, genero una buena comunicación y proceso de seguimiento personalizado entre el docente y estudiantes, quienes también realizaron un trabajo autónomo eficiente al aportar una creatividad muy personal, propiciada por un proceso de enseñanza aprendizaje practico, ágil y organizado que concluyeron en un trabajo final de gran calidad.

Si bien es cierto que se encontraron algunas dificultades éstas son mínimas, como el tiempo de trabajo que se exige al docente, lo cual, puede ser solucionado con un adecuada organización y planificación.

La aplicación del WhatsApp como herramienta de aprendizaje a distancia, no solo en el proceso de enseñanza aprendizaje de las actividades artísticas, sino también en diferentes áreas, resulta en una experiencia positiva que permite una atención eficiente durante la actual emergencia sanitaria.

CONCLUSIONES

El Plan de Continuidad Académica “UAGro en Línea” que implemento la Universidad Autónoma de Guerrero, proporciona a los docentes que laboran en esta institución, las herramientas necesarias que permiten innovar y dar atención de calidad a los educandos de esta Institución educativa.

Si bien es cierto que el confinamiento obligado ante la pandemia tiene muchos sesgos negativos, también lo es el hecho de que, debido a la situación actual, se hizo necesario experimentar nuevas formas de impartir nuestra labor docente con apoyo de las Tecnologías de la Información y Comunicación que se encuentran a nuestro alcance.

Las Apps de comunicación sin duda nos brindan una amplia gama de posibilidades que pueden apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje de manera efectiva, que nos permiten afrontar los retos actuales y alcanzar así el desarrollo de las competencias pertinentes para una educación de calidad e inclusión social.

Por último, es importante mencionar que éstas experiencias educativas, fungen como aceleradores de pedagógicas, para mejorar los aprendizajes, y que en un mediano plazo pueden ser utilizadas no solo como medidas emergentes sino como parte de nuevas modalidades de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad educativa de la Universidad Autónoma de Guerrero por su disposición al trabajo de equipo que nos permiten salir avante ante esta contingencia de salud.

REFERENCIAS

- [1] Martínez, M.M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). Revista IIPSI, Facultad de Psicología UNMSM, 9 (1), 136-138. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf
- [2] Presidencia de la República (2019, 12 de julio). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Diario Oficial de la Federación. Pág. 34-46.
- [3] https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [4] PNUD. (2011). Informe de desarrollo humano México 2011. Editorial Galera. Pág. 117
http://hdr.undp.org/sites/default/files/nhdr_mexico_2011.pdf
- [5] Kandola Aron, (K.A.). (2020, 14 de abril). Medical News Today. Consultado el 27 de agosto del 2021.
<https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/causas-del-coronavirus-su-origen-y-como-se-propaga#origen>
- [6] Organización Mundial de la Salud. (2020, 26 de marzo). Preguntas y respuestas sobre las escuelas y la COVID-19. Mujer es más. Consultado el 25 de mayo del 2021.
<http://mujeresmas.mx/2020/03/26/covid-19-deja-fuera-de-las-aulas-a-156-millones-de-alumnos-en-al/>
- [7] Universidad Autónoma de Guerrero (2020). Plan de continuidad Académica “UAGro en línea”. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
https://www.uagro.mx/covid-19/archivos/PLAN_DE_CONTINUIDAD_ACADEMICA.pdf
- [8] Universidad Autónoma de Guerrero. Departamento de Formación y Actualización Docente de educación Superior UAGro, Facebook EvaluaDocenteSuperiorUAGro. Consultado el 20 de abril del 2021.
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1659996730821559&set=pcb.1659996854154880>
- [9] Universidad Autónoma de Guerrero. (2020, 25 de abril). Cómo utilizar WhatsApp desde tu computadora [video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=PF2YEJYKBao&fbclid=IwAR3EAQC4bIE2MddIz5RvauV-KwtzmNHYOwvFrmT362oWmwbzv0hNEzSrCjM>
- [10] Universidad Autónoma de Guerrero. Dirección de Educación Superior. Facebook Edusuperior. Consultado el 25 de abril del 2020.
<https://drive.google.com/file/d/1oVpxIElwZPL4EFemqFfmmDmZpOia-BBh/view?usp=sharing>
- [11] Universidad Autónoma de Guerrero. Facebook Escuela Preparatoria No. 46 UAGro -Modalidad Mixta-. Consultado el 27 de junio del 2020.
<https://www.facebook.com/1703930606513225/posts/2583832641856346/>
- [12] Diario De Valdivia. (2020, 6 de abril). Cultura y Educación. Diario la Unión Consultado el 15 de agosto del 2021.
<https://www.diariolaunion.cl/noticia/cultura-y-educacion/2020/04/expertos-lo-confirman-docentes-clave-para-educacion-online-durante-crisis-por-coronavirus>
- [13] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2010). Plan de estudios por competencias de educación Media Superior. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
https://www.academia.edu/8276396/Plan_de_Estudios_por_Competencias_EMS_UAGro
- [14] Universidad Autónoma de Guerrero UAGro (2010). Programa de estudios Complementaria IV: Actividades artística II. Chilpancingo de los Bravo Guerrero, MX: Ed. UAG.
<https://es.scribd.com/document/398931781/9-Complementaria-IV-Actividades-Artisticas-II>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Análisis de la aplicación de la web 2.0 en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño a causa del Covid-19.

Shirley Meliza Gómez Salcedo
Universidad de Nariño
Ipiales, Nariño
Colombia
+57 3146399015
melizagomez98@udenar.edu.co

Ingrid Catheryn Cabrera Rúaes
Universidad de Nariño
Ipiales, Nariño
Colombia
+57 3122288991
catheryncabrera@udenar.edu.co

Nancy Milena Cuastumal Quenguan
Universidad de Nariño
Ipiales, Nariño
Colombia
+57 3186251291
milena.kuastu@udenar.edu.co

Sandra Marcela Guerrero Calvache
Universidad de Nariño
Pasto, Nariño
Colombia
+57 310 527 3727
marcela1396@udenar.edu.co

RESUMEN

Las herramientas de la Web 2.0 o también denominada Web social, se han convertido en instrumentos esenciales precisamente en el contexto que se experimenta a causa de la pandemia por el SARS-CoV-2, las instituciones educativas se vieron obligadas a emplearlas para compartir información de manera más fácil en tiempo real y crear ambientes colaborativos que complementan las nuevas metodologías de estudio. El objetivo principal de la investigación es analizar el uso y aplicación de las herramientas de la web 2.0 en estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas - sede Ipiales durante el periodo de contingencia generado por el Covid-19 en el año 2020. La metodología consistió en la aplicación de una encuesta como instrumento principal de recolección tomando como muestra a los estudiantes del programa de ingeniería de sistemas sede Ipiales. En el presente artículo se tiene como

resultado una descripción de cómo fue el impacto de no contar con clases presenciales además de las ventajas y desventajas que se desataron, como también una lista de las herramientas más empleadas por los estudiantes en las aulas virtuales.

ABSTRACT

The tools of Web 2.0 or also called social Web, have become essential instruments precisely in the context that is experienced due to the SARS-CoV-2 pandemic, educational institutions were forced to use them to easily share information in real time and create collaborative environments that complement the new study methodologies. The main objective of the research is to analyze the use and application of web 2.0 tools in students of the Systems Engineering Program - Ipiales headquarters during the contingency period generated by Covid-19 in the year 2020. The methodology consisted in the application of a survey as the main instrument of collection, taking as a sample the students of the Ipiales headquarters systems engineering program. The result of this article is a description of the impact of not having face-to-face classes in addition to the advantages and disadvantages that were unleashed, as well as a list of the tools most used by students in virtual classrooms.

Categorías y Descriptores Temáticos

Applied computing: Education, Distance learning
Applied computing: Education, E-learning
Applied computing: Education, Collaborative learning.

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

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Computación aplicada: Educación, La educación a distancia.

Computación aplicada: Educación, E-aprendizaje.

Computación aplicada: Educación, Aprendizaje colaborativo.

Términos Generales

Educación mediada por tecnología, innovación en la educación en línea en tiempo de confinamiento, los nuevos retos de las telecomunicaciones en el aprendizaje en línea.

Palabras clave

Covid19, Educación, Estudiantes, Herramientas de la web 2.0.

Keywords

Covid19, Education, Students, Web 2.0 tools.

INTRODUCCIÓN

Las herramientas de la Web 2.0 en el contexto actual, han demostrado ser fundamentales para todos los ámbitos de la vida cotidiana porque brindan múltiples beneficios gracias a la cantidad de recursos que poseen [1]. Estas se caracterizan por posibilitar la creación de ambientes colaborativos, por ende, generar nuevos conocimientos y fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo en las instituciones educativas. En adición se busca estimular a la sociedad del mundo a que participen con sinfín de contenidos pluriculturales y diversos aportes, de tal manera que la inteligencia colectiva se vea estimulada por una cognición plena que se desarrolla por medio y para todas las personas llevando consigo una mejor difusión del conocimiento [2].

En concordancia a lo anterior dichas tecnologías han cambiado la percepción de pensar, diseñar y sobre todo el cómo deben ser usadas, sin embargo, requieren responsabilidad a la hora de emplearlas puesto que han evolucionado de manera impresionante en las últimas décadas y es pertinente hacer que se respeten los principios de libertad de expresión y seguridad [3]. La Web 2.0 implica la evolución de las aplicaciones hacia aplicaciones dirigidas al usuario final, que incluyen servicios como redes sociales, blogs wikis y recursos, además su continuo desarrollo ha generado multiplicidad de cambios que favorecen a disminuir la brecha digital en el mundo debido a su uso cotidiano, puesto que muchas personas están en el pleno proceso de adaptabilidad [4]. En algunos referentes como [5] desarrollan estrategias con nuevos pensamientos críticos, respecto a la tecnología en la educación virtual en la época de la pandemia (coronavirus).

Ahora bien, es pertinente describir que debido a la situación generada por la pandemia SARS-CoV-2, diversos sectores tuvieron que emigrar al uso de tecnologías aun sin saber usarlas correctamente según [6], en consecuencia, la educación fue uno de los más perjudicados [7]. Muchas instituciones educativas se vieron obligadas a adaptarse a la nueva modalidad de estudio virtual, llevando a cabo las clases por medio de video llamadas y diversos

softwares de gestión de aprendizaje en línea, buscando así soluciones para afrontar esta difícil situación [8]. Además, la investigadora principal de educación de Human Rights Watch Elin Martínez, afirma que millones de niños y niñas se vieron privados de una educación durante la pandemia, y como tal la educación es un derecho que se está viendo vulnerado y hurgue una la reconstrucción de un sistema educativo más equitativo y sólido donde no solo las nuevas tecnologías sean las importantes sino la creación de un mejor aprendizaje accesible e igualitario para todos los involucrados [4]. Sin embargo, ayudo positivamente a crear nuevas metodologías por parte de los docentes para facilitar la adaptación de los estudiantes de manera efectiva. Por otra parte, según [8], el 82% de las instituciones educativas en Massachusetts expone que en los próximos 10 años será una constante el hecho de combinar el uso de las herramientas tecnológicas conjunto a la educación tradicional.

El problema de esta investigación emergió precisamente debido a la emergencia sanitaria a causa del SARS-CoV-2 que se vivencia hoy en día, el ámbito educativo fue uno de los más afectados, provocando que los estudiantes se incorporaran a nuevos procesos y metodologías cambiando de una modalidad de estudio presencial a una virtual, lo cual implicó emplear tecnología digital de manera forzosa a pesar de que muchos no sabían usarlas correctamente porque nunca fueron capacitados para afrontar una situación igual sin precedentes.

El presente estudio tiene como propósito principal analizar el uso y aplicación de las herramientas de la Web 2.0 en estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas - sede Ipiales de la Universidad de Nariño durante el periodo de contingencia generado por el Covid19 en el año 2020. El enfoque del estudio es cuantitativo sujeto al método empírico analítico de tipo descriptivo ya que es necesario iniciar con una caracterización previa de las percepciones que tienen los estudiantes, para cuyo fin, se propone la encuesta como instrumento de recolección.

La motivación de este proyecto básicamente surge por el ánimo de establecer como las herramientas de la Web 2.0 han sido empleadas en este periodo de contingencia, así como también que tan favorables y acogidas fueron en los procesos educativos de la universidad y estudiar la forma en que estas han sido aplicadas, concertando las ventajas y desventajas que ha implicado para los estudiantes emplearlas en las aulas virtuales en la población objeto de estudio durante el periodo A y B 2020.

El artículo está organizado de la siguiente manera en la primera sección se observará el objetivo general, luego la metodología y proceso de desarrollo que se llevó a cabo en el proyecto, posterior los resultados y finalmente las conclusiones.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el uso y aplicación de las herramientas de la Web 2.0 en estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas, sede Ipiales durante el periodo de contingencia generado por el Covid19 en el año 2020.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

1. Definición de objetivos

El objetivo principal de la presente investigación fue analizar el uso y aplicación de las herramientas de la Web 2.0 en estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas - sede Ipiales de la Universidad de Nariño durante el periodo de contingencia generado por el Covid19 en el año 2020. Para lograr tal fin se indaga a los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas - sede Ipiales de la Universidad de Nariño.

2. Diseño de la Encuesta

La encuesta que se determina es de tipo transversal, ya que se indaga a los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas - sede Ipiales de la Universidad de Nariño en un momento determinado [8]. La encuesta se diseñó en seis secciones.

- Presentación del estudio:

En esta sección se hace la presentación de la investigación de manera general en el cual se incluye el objetivo, las responsables, a quien va dirigida, las instrucciones, la motivación, los datos del estudiante, el tiempo estimado y por último el consentimiento informado donde el estudiante en este caso acepta a participar de la investigación.

- Perfil del encuestado:

Se incluye datos básicos como género y el semestre al que corresponden.

- Contexto real de la situación:

Permite interpretar la situación de los estudiantes en cuanto a cómo ha sido su frecuencia al participar en las aulas virtuales como también los medios de conectividad que lo soportaron en los periodos 2020 A y B.

- Las herramientas de la Web 2.0 en el entorno universitario:

Hace referencia a las medidas que la extensión Ipiales tuvo en cuenta para minimizar el impacto de no contar con clases presenciales.

- Manejo de las herramientas de la web 2.0 por parte de los docentes:

Se enfoca en el cómo los estudiantes apreciaron las clases en las aulas virtuales. Además de las metodologías que se implementaron.

- Caracterización de uso de las herramientas de la web 2.0 por los estudiantes:

Ayuda a determinar cuáles fueron las herramientas de la web 2.0 que se usaron con mayor y menor recurrencia en esta contingencia.

3. Elaboración del instrumento

La elaboración del instrumento inicia con la creación del cuestionario dirigida a los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas - sede Ipiales de la Universidad de Nariño. Se tuvo en cuenta las referentes sobre las actividades propuestas en el documento Personal Opinion Surveys de los autores [8].

4. Evaluar la confiabilidad del instrumento

El instrumento fue previamente presentado de manera ordenada teniendo en cuenta el objetivo general del proyecto, un resumen, consentimiento informado y cada sección con sus respectivas preguntas [8]. De esta manera fue validado por tres docentes del programa de Ingeniería de Sistemas de la universidad de Nariño.

5. Obtención de Datos Válidos

Para la obtención de datos validos se contó con la participación de los estudiantes de los semestres Tercero, quinto, séptimo y noveno del programa de ingeniería. Se motivó a los estudiantes por medio de espacios de clases en las aulas virtuales, para dar a conocer de manera general el objetivo fundamental de la investigación. Se aplicó la encuesta haciendo uso de la herramienta Google Forms con el fin de obtener resultados para posteriormente desarrollar el respectivo análisis.

6. Análisis de Resultados

En esta etapa se optó por analizar las respuestas de los 107 estudiantes encuestados. Además, se tomó nuevas muestras para los casos de preguntas de tipo abierta donde el encuestado da su opinión. Dicho análisis se puede observar más detalladamente en la sección de resultados [8].

RESULTADOS

Información sociodemográfica (perfil encuestado y contexto real de la situación)

En la encuesta realizada por los estudiantes de ingeniería de sistemas de la universidad de Nariño sede Ipiales, de los semestres III, V, VII y IX, se tuvo una totalidad de población de 107 estudiantes, de los cuales el 75% fueron de género masculino y el 25% restante del género femenino. Además, se obtuvo mayor participación del semestre VII con un 30%.

Debido a la contingencia ocasionada por el COVID-19, los estudiantes tuvieron que adaptarse al uso de las herramientas de la web 2.0, cuyo nivel fue bueno para un 71% de la población. Con un 60% los estudiantes afirman que dichos recursos favorecen al autoaprendizaje, puesto que permite trabajar desde casa y no solo desde el aula. Sin embargo, se puede observar que el grado de



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

dificultad al momento de realizar trabajos en línea empleando las herramientas de la web 2.0, es regular, con un 57%.

En cuanto a la conexión de las clases, se destacan dos modalidades, síncronas (docente y estudiantes presentes en el mismo momento por ejemplo videoconferencias con pizarra, chat de voz, audio y asociación) y asíncrona (docentes y estudiantes NO presentes en el mismo momento por ejemplo Email, foros de discusión, audio, presentaciones interactivas, videos grabados). De las cuales los estudiantes participaron en las clases virtuales con un 54%, de manera síncrona.

Las herramientas de la web 2.0 en el entorno universitario

Para minimizar el impacto de no contar con clases presenciales, los estudiantes consideran que la Universidad de Nariño extensión Ipiales opto por tomar medidas como la entrega de tarjetas sim con datos y dispositivos subsidiados (celulares y/o computadores portátiles). Además, esto ha beneficiado el uso de las herramientas de la web 2.0, en el periodo de contingencia a la comunidad académica universitaria en el aprendizaje de una manera buena.

Por otro lado, la respuesta de los estudiantes no fue ni negativa ni positiva con respecto a cómo fue el impacto dentro de la comunidad universitaria al hacer uso de dichas herramientas. Sin embargo, consideran que esto puede generar cambios en el futuro en cuanto al aprendizaje de la educación superior.

Manejo de las herramientas de la web 2.0 por parte de los docentes

En la encuesta se propuso una pregunta dirigida a los estudiantes sobre las estrategias que los docentes emplearon para minimizar el impacto de no contar con clases presenciales, de los cuales el 91% respondieron que se utilizó asesorías por plataformas virtuales. También la metodología que llevaron a cabo fue el Método Sincrónico: docente y estudiantes presentes en el mismo momento (Videoconferencias con pizarra, chat de voz, audio y asociación en grupos virtuales) con un 50%. Sin embargo, para el periodo 2020-B se obtuvo con un 44% el método B-Learnig (Combinado asíncrono y síncrono).

Por otra parte, los estudiantes afirman en un 56% que los docentes han sido flexibles con su metodología de enseñanza-aprendizaje en las clases virtuales, así mismo están totalmente de acuerdo que se genere cursos de formación a los docentes en el uso de las herramientas del web 2.0. La calificación del uso de estas por parte de los estudiantes hacia los docentes es buena con un 56%. Por último, los conocimientos obtenidos mediante las clases virtuales son buenos con un 42%.

Caracterización de uso de las herramientas de la web 2.0 por los estudiantes

En cuanto a la caracterización del uso de las herramientas de la web 2.0, se cuestionó a los estudiantes sobre la frecuencia de su uso para la participación en las clases virtuales se destaca que la mayoría las emplea de 5 a 7 y más de 8 veces a la semana, se puede inferir que los estudiantes se están acoplado a las tecnologías de la información. Según el proceso de formación dentro de las asignaturas, se considera que el nivel que merece el uso dichas herramientas es alto, puesto que su uso ha ido incrementado. Los estudiantes se vieron obligados a emplearlas porque se convirtieron en medios primordiales que han permitido seguir con el aprendizaje en el entorno educativo.

Además, algunas de las herramientas que sobresalieron y aquellas que no, teniendo en cuenta las diferentes categorías cuestionadas fueron (ver figuras 1, 2 y 3):

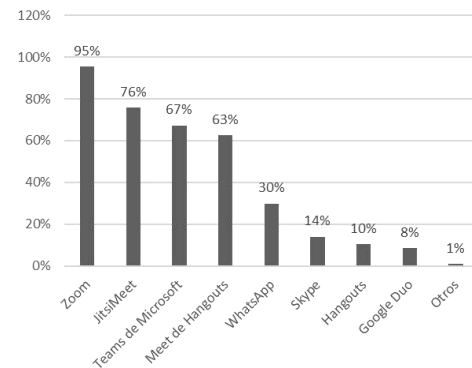


Figura 1. Herramientas usadas para realizar video llamadas o acceder a las clases virtuales.

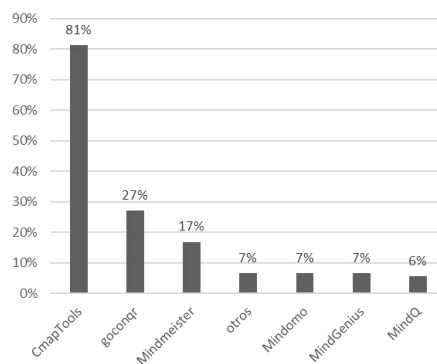


Figura 2. Herramientas usadas para elaborar en línea diagramas de flujo, mapas conceptuales y otras técnicas de aprendizaje.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

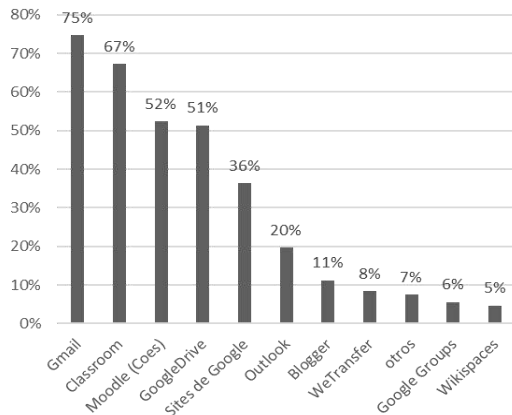


Figura 3. Herramientas usadas para la entrega de sus talleres, trabajos y actividades de clase.

Las figuras 1, 2 y 3, muestran algunas de las herramientas más usadas en las diferentes categorías, de las cuales se puede inferir que son totalmente imprescindibles, porque son más accesibles para todos. Entre las ventajas más destacadas se encontró que son alternativas para la enseñanza de los diversos contenidos. El aprendizaje es más eficiente y promueve el interés. Además, han facilitado el trabajo en grupo, la colaboración y la inclusión con los estudiantes, debido a que no es necesario una prespecialidad para desarrollar una actividad grupal encontrando así una nueva metodología para trabajar de manera colaborativa. Por ende, abren nuevos espacios de comunicación entre docentes y estudiantes. También son recursos que ayudan a fortalecer la enseñanza, brindando apoyo educativo e igualmente son de fácil adaptación.

CONCLUSIONES

En el contexto real de la situación, se puede afirmar que los estudiantes tuvieron un buen nivel de adaptación. La universidad optó por tomar medidas para minimizar el impacto de no contar con clases presenciales las cuales favorecieron el uso de las herramientas de la web 2.0, en el periodo de contingencia a la comunidad académica universitaria en el aprendizaje de una manera adecuada.

Desde la percepción de los estudiantes las estrategias que los docentes emplearon para minimizar el impacto de no contar con clases presenciales que se propuso sobresalió que la mayoría utilizaron asesorías por diferentes plataformas, como también la metodología llevada a cabo fue el método B-Learning.

Las herramientas más relevantes usadas por los estudiantes en sus diferentes categorías fueron: Para el acceso a las clases virtuales se encuentra Zoom, JitsiMeet y Teams de Microsoft. Para la elaboración de diagramas en línea se tiene a CmapTools y en la categoría para entrega de trabajos están Gmail, Classroom y Moodle (COES).

El proyecto de investigación pertenece al Semillero de Investigación Green Clouds del programa de Ingeniería de sistemas, por lo tanto, se ejecuta bajo los lineamientos del semillero, y por ende fue presentado a la Convocatoria de Proyectos

de Investigación Estudiantil de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Nariño en el año 2020, el cual obtuvo un resultado favorable de tal manera que pudo ser financiado.

Esta investigación presentó ciertas limitaciones las cuales fueron: a pesar de que se obtuvo un buen número de encuestados, no se contó con la participación total de los estudiantes. Además, esta investigación solo se realizó para el programa de ingeniería de sistemas de la sede Ipiales. Se esperaba aplicar los instrumentos de recolección de información a los demás programas y sedes, para ampliar la investigación a nivel general de la Universidad de Nariño.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a la Coordinadora del semillero Ing. Sandra Marcela Guerrero, que, gracias a su acompañamiento y ayuda, esta propuesta de investigación fue presentado a la convocatoria de proyectos de investigación estudiantil 2020 de la vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Nariño, obteniendo resultados favorables y de esta manera pudo ser financiado.

REFERENCIAS

- [1] A. J. M. Guerrero, «ResearchGate,» 2012. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/326211209_La_Web_20_Recurso_educativo.
- [2] F. M. d. Salvo, «www.redalyc.org,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/1701/170121969008.pdf>.
- [3] H. Delgado, «disenowebakus.net,» 2012. [En línea]. Available: <https://disenowebakus.net/la-web-2.php>.
- [4] J. P. J. R. M. B. Felipe García, «www.researchgate.net,» 2009. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/220835784_Nativos_digitales_y_modelos_de_aprendizaje.
- [5] C. B. D. M. Sormerys Alguero Brito, «fundacionlasirc.org,» 04 2021. [En línea]. Available: http://fundacionlasirc.org/images/Revista/REVISTALASIRC_Volumen2.No.3.pdf.
- [6] A. Benito, «Estravaganza,» 24 03 2020. [En línea]. Available: <https://ec-global.es/blog/uso-herramientas-digitales-durante-el-covid-19/>.
- [7] P. S. Kitchenham BA, Personal Opinion Surveys, Londres: Springer, 2008.
- [8] H. R. Watch, «www.hrw.org/es, » 04 2021. [En línea]. Available: <https://www.hrw.org/es/news/2021/05/16/el-grave-impacto-de-la-pandemia-en-la-educacion-mundial>.
- [9] M. Terol, «blogthinkbig.com,» 11 01 2021. [En línea]. Available: <https://blogthinkbig.com/tecnologia-educativa-los-nuevos-metodos-herramientas-y-experiencias-en-la-educacion>.
- [10] P. Academia, «pcacademia.com,» 22 04 2020. [En línea]. Available: <https://pcacademia.com/que-es-ofimatica/>.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Desarrollo de un sistema autónomo inalámbrico de medición del nivel de agua

Miguel Ángel Velasco Castillo

Upemor

Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos. CP 62550
+527772293506

mvelasco@upemor.edu.mx

Daniel Rojas Sandoval

Upemor

Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos. CP 62550
+527772293506

drojas@upemor.edu.mx

Alfredo Gil Velasco

Upemor

Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos. CP 62550
+527772293506

agil@upemor.edu.mx

Juan Paulo Sánchez Hernández

Upemor

Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col. Lomas del Texcal,
Jiutepec, Morelos. CP 62550
+527772293506

juan.paulosh@upemor.edu.mx

Mario Alberto Vargas Pliego

Upemor

Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col. Lomas del Texcal,
Jiutepec, Morelos. CP 62550
+527772293506

vpmo168471@upemor.edu.mx

RESUMEN

En el presente artículo se describe el desarrollo un sistema autónomo e inalámbrico de medición de nivel de agua para tinacos y cisternas. Dicho sistema no representa un desgaste mecánico como los sistemas tradicionales, es fácil de instalar, la conexión es inalámbrica y se aprovecha la tecnología IOT, cuenta con un largo periodo de autonomía energética de varios años utilizando baterías con tecnología LiFePO4, es tolerante a condiciones adversas como la humedad y la exposición al agua de forma constante, así como la eliminación del uso de cableado respecto a los sistemas tradicionales de detección y control de nivel. Las actividades realizadas en este trabajo fueron la programación de las tarjetas para la adquisición de datos mediante Blynk, se fabricó la carcasa a prueba de agua y se elaboró la interfaz física que contiene la tarjeta receptora y permite al usuario ingresar la altura de su tinaco o cisterna mostrando el nivel en una pantalla LCD y mediante

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

indicadores luminosos. El sistema se implementó en un tinaco cilíndrico con capacidad de 1100 litros y la interfaz física se colocó en diferentes puntos de la vivienda como proceso final para pruebas de conectividad.

ABSTRACT

This paper develops an autonomous and wireless water level measurement system for water tanks and cisterns. This system does not represent mechanical wear like traditional systems, it is easy to install, uses a wireless connection and it takes advantage of IoT technology, it has a long period of energy autonomy of several years using batteries with LiFePO4 technology, it is tolerant to adverse conditions such as constant humidity and exposure to water, as well as the elimination of the use of wiring compared to traditional level detection and control systems. The activities carried out were the programming of Blynk for data acquisition, the waterproof casing was manufactured and the physical interface that contains the receiving card was elaborated and allows the user to enter the height of their water tank or cistern showing the level in an LCD screen and light indicators. The system was implemented in a cylindrical water tank with a capacity of 1,100 liters and the physical interface was placed in different points of the house as a final process for connectivity tests.

Categorías y Descriptores Temáticos

Communication hardware, interfaces and storage
Hardware
Communication hardware, interfaces and storage
Sensors and actuators
Wireless Devices
IoT Sensor



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Palabras clave

Internet de las Cosas, Sistema autónomo, Conexión inalámbrica.

Keywords

Internet of Things, autonomous systems, wireless connection.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos vitales para la supervivencia de la vida en el planeta. Dada la escasez de agua que actualmente existe [1], es necesario realizar acciones para conservar este recurso tales como evitar el desperdicio y su contaminación. En muchas ocasiones es necesario tener sistemas de almacenamiento de agua ya que no se dispone del servicio de agua de forma permanente [2]; por lo que, se colocan contenedores en las azoteas de las casas o edificios (tinacos) y/o debajo de las construcciones (cisternas).

Estos contenedores se deben llenar y en muchas ocasiones no existe un monitoreo y control automático de nivel de los tinacos y cisternas, lo que implica desperdicio de agua cuando el sistema de llenado sigue operando aun cuando el tinaco o cisterna ha alcanzado su máximo nivel. Por lo tanto, un esquema de monitoreo y control es esencial para reducir los niveles de desperdicio de agua en casas, edificios y demás lugares que poseen esquemas de almacenamiento de agua [3], [4]. Por otro lado, los sistemas que sí poseen un esquema de monitoreo del nivel de líquido, utilizan mediciones alámbricas, lo que implica mayor costo, la necesidad de mayor cantidad de materiales, complejidad superior en su implementación y una serie de problemáticas en su operación [5].

Considerando los puntos en contra que poseen los sistemas de monitoreo alámbricos, ha propiciado que en recientes años se popularicen los esquemas de monitoreo inalámbricos de nivel y otras variables en sistemas de almacenamiento de agua. Entre las principales razones del uso de este tipo de tecnología se encuentran la cantidad de ventajas que ofrece, la exactitud y precisión en la medición y facilidad de implementación [6]. Son varias las propuestas hechas para realizar el monitoreo inalámbrico de diferentes variables en contenedores de agua tales como nivel de líquido, ph, calidad de agua, por mencionar algunas.

En [4], [5] proponen realizar la transmisión de las mediciones de los sensores utilizando tecnología bluetooth y tarjetas de desarrollo Arduino. En ambos trabajos se reporta un desempeño superior y mayor practicidad a la que se obtiene con una instalación basada en comunicaciones alámbricas. Otro tipo de tecnología utilizada para la transmisión inalámbrica se basa en comunicaciones Wifi. Algunos trabajos que monitorean variables como nivel de agua en el contenedor, entre otras, son los que se presentan en [3], [7], [8], [9], [10], los cuales reportan buen desempeño en el proceso de control y monitoreo inalámbrico de las variables medidas del sistema de almacenamiento de agua.

A pesar del buen desempeño de los sistemas de monitoreo y control del nivel de líquido, muchas de estas propuestas presentan problemáticas tales como la fuente de la energía para las tarjetas de desarrollo y los sensores utilizados [11], gasto computacional, capacidad de almacenamiento de información y problemas de

comunicación. Lo anterior genera que se sigan presentando propuestas de solución en la implementación y operación de este tipo de sistemas a nivel comercial y académico.

En este trabajo se presenta un sistema de adquisición de mediciones de nivel en un sistema de almacenamiento de agua basado en un microprocesador Tensilica Xtensa LX6 y en el protocolo de comunicación ESP-Now desarrollado por Espressif.

El presente artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: en la primera sección se presenta la introducción en donde se aborda la problemática y se hace referencia a los trabajos relacionados. En la segunda sección, abordamos los objetivos planteados. En la tercera sección, presentamos la metodología genérica que se siguió para el desarrollo del prototipo. En la cuarta sección se presentan los resultados obtenidos y análisis del mismo, finalmente, se presentan las conclusiones del desarrollo realizado.

OBJETIVOS

Para el desarrollo del proyecto se plantea el siguiente objetivo general:

Desarrollar e implementar un sistema autónomo e inalámbrico de detección de nivel de agua para tinacos y cisternas de uso doméstico.

Además, se establecen los objetivos específicos siguientes:

- Programar el microprocesador Tensilica Xtensa LX6 para la adquisición y envío de datos inalámbricamente mediante el protocolo ESP-Now.
- Integrar un ahorro de energía en el sistema para lograr un periodo largo de autonomía.
- Presentar los datos obtenidos en una pantalla de cristal líquido.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto se propone una metodología genérica, representada en la Figura 1.

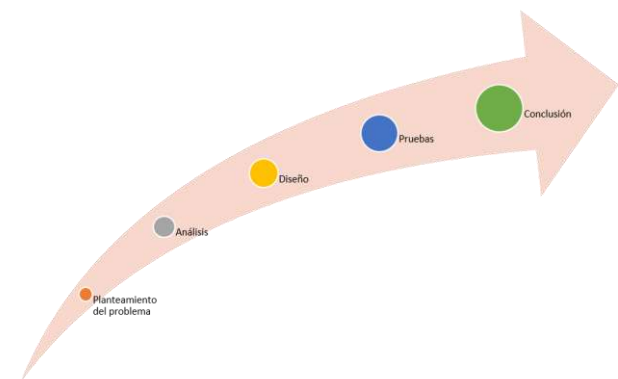


Figura 1. Metodología genérica del proyecto.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

1. **Planteamiento del problema:** En esta etapa se identifica la problemática que se desea resolver, se establecen los objetivos y alcances, así como se establecen los pasos a seguir.
2. **Análisis:** En la etapa de análisis, se identifican los componentes importantes del proyecto y los módulos a desarrollar. Así también, se establecen estrategias para resolver los problemas identificados.
3. **Diseño:** En esta etapa se utiliza Proteus para el diseño de las placas de circuito impreso, SolidWorks para el diseño de componentes mecánicos, así como modelos matemáticos para análisis de pérdidas/alcance de la comunicación inalámbrica.
4. **Pruebas:** Se establece un plan de pruebas para verificar que cada componente cumpla con su funcionalidad. Además, como medida de calidad se establece el escenario de prueba y se verifican los resultados.
5. **Conclusión:** La última etapa es para concluir el desarrollo del prototipo. En esta etapa se realiza un análisis final y se obtiene retroalimentación para realizar mejoras del sistema en una posterior etapa del prototipo.

DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El prototipo consta del sistema flotador, que contiene la electrónica utilizada para la medición y envío de datos, y el sistema de comunicación inalámbrica con tecnología IoT. La comunicación inalámbrica permite el envío y recepción de información en tiempo crítico que se visualiza en una aplicación para un teléfono inteligente.

Se utilizan dos placas ESP32 FireBeetle de DFRobot las cuales son de bajo costo, de muy bajo consumo energético (hasta 10 μ A en estado de reposo), capaces de establecer una conexión a distancias superiores a los 20 metros en línea de vista [12]. En la Figura 2, se muestra la arquitectura del sistema, en donde una placa es integrada en el flotador, configurada como estación y la otra conectada al modem como punto de acceso. Esto permite una comunicación adecuada con la aplicación del teléfono inteligente para visualizar el nivel de agua en el tanque.

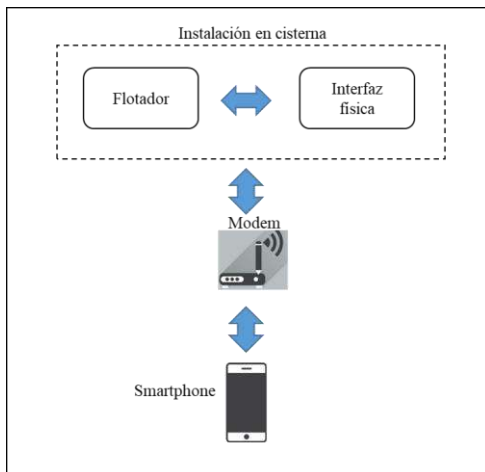


Figura 2. Arquitectura de comunicación. Elaboración propia.

La tarjeta emisora envía los datos del sensor ultrasónico a la tarjeta receptora que se encarga de procesarlos tomando en cuenta la velocidad del sonido, el tiempo, la temperatura y la altura total del contenedor. Los datos procesados se muestran en una pantalla LCD (Figura 3) y también en diodos emisores de luz para facilitar la interpretación de los datos.



Figura 3. Pantalla LCD con indicadores de nivel. Elaboración propia.

La interfaz indica el nivel mediante la pantalla LCD así también con los tres diodos emisores de luz (A: nivel lleno, B: nivel mitad llenado, C: nivel bajo). La activación de la bomba de llenado se simula mediante un diodo emisor de luz de color azul (D).

De manera similar los datos se visualizan en tiempo real en una aplicación instalada en el teléfono inteligente (Figura 4), realizada mediante Blynk, en la que se muestra una animación del contenedor con el nivel del agua en tiempo real, utilizando indicadores de color, así como un indicador propio para el tanque lleno.



Figura 4. Smartphone del usuario (aplicación). Elaboración propia.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

El sistema flotador debe ser a prueba de agua debido a que en su interior se encontrará la placa ESP32, el sensor ultrasónico JSN-SR04T, que puede medir distancias de 20 cm hasta 4.5 m [13], y las baterías LiFePO4. El sensor JSN SR04T fue seleccionado para esta aplicación debido a que el transceptor es a prueba de agua y puede ser instalado en la parte externa de la carcasa.

Para reducir el cableado del sistema se diseñó una placa de circuito impreso en el software Proteus. El diagrama se muestra en la Figura 5.

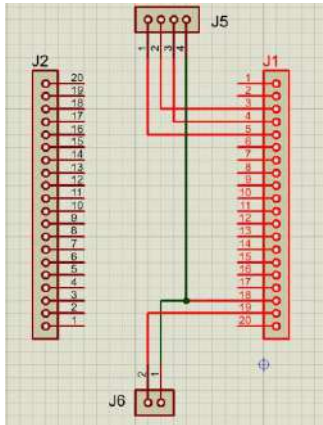


Figura 5. Diagrama del circuito emisor. Elaboración propia.

Para la construcción de la carcasa a prueba de agua se utilizó una esfera de acrílico la cuál fue unida mediante poliuretano a dos anillos de plástico impresos en 3D (Figura 6), se optó por el sellador de poliuretano industrial debido a que es flexible, resiste el agua y las temperaturas extremas además de tener una vida útil de más de 50 años. Posteriormente se utilizó un empaque de 12 cm para sellar las dos piezas y evitar filtraciones de agua.



Figura 6. Anillo impreso en PLA, Prototipo de flotador

CÁLCULO DE PÉRDIDAS

Para garantizar una correcta comunicación del sistema es necesario realizar los cálculos de pérdidas con la ecuación (1), utilizando el modelo Okumura-Hata para áreas urbanas [14], [15], que nos permite incluir las pérdidas por obstrucciones, así como la longitud de onda por la cual viaja la información. Se considera también el valor de la permitividad de polietileno.

$$L_u = 69.55 + 26.16 \log(f) - 13.82 \log(h_b) - C_H + [44.9 - 6.55 \log(h_b)] \log(d)^b + 20 \log \sqrt{\epsilon_r}, \quad (1)$$

donde L_u es la pérdida de trayectoria en áreas urbanas, h_b es la altura de la antena de la estación base, h_m es la altura de la antena de la estación móvil, f es la frecuencia, d es la distancia entre la estación base y la estación móvil y C_H es el factor de corrección de la altura de la antena definido en (2):

$$C_H = 3.2[\log(11.75h_m)]^2 - 4.97. \quad (2)$$

Considerando las ecuaciones anteriores y los diferentes valores en el sistema, se puede despejar la distancia entre las estaciones dando como resultado (3)

$$d = 10^{\left(\frac{L_u - 88.79 - 26.16 \log(f) + 13.82 \log(h_b) - C_H}{[44.9 - 6.55 \log(h_b)]} \right)} = 231 \text{ m}. \quad (3)$$

Cabe mencionar que en estos cálculos se considera una frecuencia de 2.4 GHz, por lo que se debe tener presente que la distancia en cualquier otro rango de frecuencias (canales) de Wi-Fi puede variar (por ejemplo, a 2.442 GHz, sería de 217 metros). Además de que, los obstáculos que pudieran presentarse al usar el prototipo en una zona distinta de donde se efectúen las pruebas pueden hacer variar los resultados obtenidos.

PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas realizadas para verificar el funcionamiento del prototipo se llevaron a cabo en una casa habitación de tres niveles, en donde el tinaco se encontraba en el último nivel. Posteriormente, se realizaron la prueba para determinar qué tan hermético es el sistema, primero se somete a la inmersión con una servilleta en su interior y al no detectar filtraciones se introduce la electrónica para la medición de la cantidad de agua que contiene el depósito como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Sistema flotador en interior de tinaco. Prototipo de flotador



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

En una segunda etapa, se establecen los niveles mínimo y máximo del nivel de agua, empleando para esto un tinaco con capacidad de 1100 litros de forma cilíndrica. Para el inicio del proceso de llenado se estableció una altura de 0.75 m (medido a partir del fondo del tinaco). Este proceso de llenado continúa hasta que el nivel de agua alcanza la altura de 1.45 m.

Una vez realizado lo anterior, se verifica el correcto envío y recepción de los paquetes de datos entre las tarjetas ESP32 (modo Wi-Fi) transmisora y receptora, mediante la función *callback*, definida en la programación a través del IDE de Arduino.

En la Tabla 1, se indican los valores en decibelios y la distancia a la que el dispositivo receptor se desplazó, para obtener el alcance a la cual las tarjetas se podrán comunicar de manera óptima estando la placa transmisora dentro del tinaco.

Tabla 2. Pruebas de conectividad en receptor. Elaboración propia.

<i>dB</i>	Distancia	Paquetes Perdidos/enviados
-27	Arranque del sistema	0/10
-32	12.3 m	0/10
-35	17.6 m	0/10
-40	23.4 m	0/10
-56	37.9 m	0/10
-77	49.8	1/10
-84	62.7 m	3/10
-97	71.7 m	7/10
-101	74.3 m (Signal Loss)	10/10

Para esta etapa, el receptor, conectado a una laptop, se vincula al transmisor a una distancia inicial aproximada de 1 m (arranque del sistema). Se aleja el receptor del tinaco y se monitorea la conectividad desde una distancia inicial de 12.3 m. Se puede observar pérdida de datos a partir de los 49.8 m o incluso, la pérdida completa de conectividad (*Signal Loss*) a una distancia de 74.3 m, considerando los obstáculos de la casa y el terreno.

Mediante el software de simulación *Radioworks* se obtiene la gráfica para una frecuencia de Wi-Fi (Figura 8), donde se observa el comportamiento del nivel en *dB* contra la distancia, el programa no permite valores de menos de 1 km, por lo que en la Figura 8 se indica el punto de máximo alcance.

RadioWORKS - Hata Model (Urban) Distance / Path Loss Graph

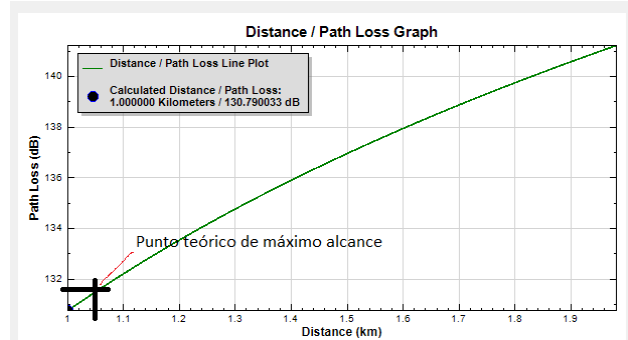


Figura 8. Cálculo teórico del alcance del receptor. Elaboración propia.

Con base a los valores de la Tabla 1, se construye la gráfica en la Figura 9, la cual corresponde a las mediciones en sitio. En dicha gráfica se observa un comportamiento similar al mostrado en la gráfica de la Figura 8. En cuanto a la curva, es importante resaltar que en ambas gráficas lo que se observa es un comportamiento que cumple con las normas UIT, sobre emisiones no ionizantes, para que el sistema logre un buen alcance, pero sin poner en riesgo a las personas cercanas a esta fuente de emisión.

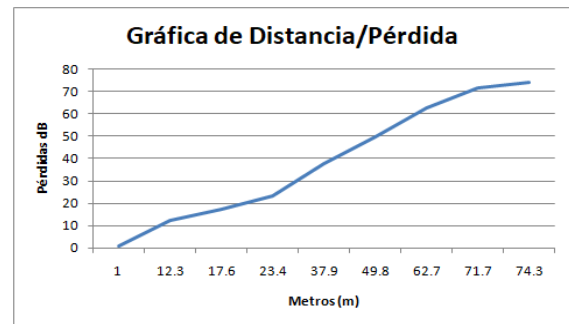


Figura 9. Mediciones en campo. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La comunicación inalámbrica se encuentra en la mayoría de los dispositivos formando parte de la vida diaria, gracias a esta tecnología se ha generado mayor globalización, comunicación y beneficios económicos. El número de aplicaciones en las que se puede implementar la comunicación inalámbrica es amplio y en los últimos años ha dado paso a nuevas tecnologías como el internet de las cosas (IoT). Este desarrollo presenta varias ventajas frente a los sistemas tradicionales de control de llenado de tinacos. En primer lugar, se eliminan los cables que normalmente se utilizan para realizar la conexión entre un sistema de medición y el de control. En segundo lugar, el sistema soporta distancias considerables, pero siempre alineados a los niveles de las normas en cuanto a emisiones electromagnéticas, observando un buen desempeño en el uso cotidiano en el hogar. En tercer lugar, permite realizar un monitoreo del nivel de agua desde un teléfono inteligente. Finalmente, se



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

implementa, en cierta medida, el internet de las cosas para el monitoreo y control dentro y fuera del hogar.

REFERENCIAS

- [1] V. A. Tzanakakis, N. V. Paranychianakis y A. N. Angelakis, «Water Supply and Water Scarcity,» *Water*, vol. 12, n° 9, p. 2347, 2020.
- [2] P. López, «Sin acceso al agua potable, 10 por ciento de mexicanos,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.gaceta.unam.mx/sin-acceso-al-agua-potable-10-por-ciento-de-mexicanos/>. [Último acceso: 28 Agosto 2021].
- [3] M. S. K. Jyothi, E. O. Manu, I. P. Naveen y H. Herle, «Wireless Automatic Water Level Control using Radio Frequency Communication,» *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 2, n° 4, p. 1320–1324, 2013.
- [4] T. Asha y V. Srija, «Design and implementation of wireless based water level monitoring system using arduino and bluetooth,» *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 07, n° 01, p. 745–749, 2020.
- [5] S. Suraj, V. Bharath y N. K. Sridhar, «Wireless Automatic Water Level Controller,» 3rd Int. Conf. Electr. Electron. Commun. Comput.,» *Technol. Optim. Tech. ICEECCOT 2018*, n° December, p. 495–500, 2018.
- [6] S. O. Olatinwo y T. H. Joubert, «Enabling Communication Networks for Water Quality Monitoring Applications: A Survey,» *IEEE Access*, vol. 7, p. 100332–100362, 2019.
- [7] S. Pasika y S. T. Gandla, «Smart water quality monitoring system with cost-effective using IoT,» *Heliyon*, vol. 6, n° 7, 2020.
- [8] S. C. Olisa, C. N. Asiegbu, J. E. Olisa y B. O. Eke, «Smart two-tank water quality and level detection system via IoT,» *Heliyon*, vol. 7, n° 8, 2021.
- [9] S. J. Madhumitha, S. Supriya y R. Charan, «Survey on Automated Fluid Level Sensing and Controlling System Using IoT,» *Int. Conf. Emerg. Trends Inf. Technol. Eng. ic-ETITE 2020*, pp. 1-5, 2020.
- [10] Abdullah-Al-Mamun, N. Ahmed, N. U. Ahamed, S. A. M. Matiur Rahman, B. Ahmad y K. Sundaraj, «Use of wireless sensor and microcontroller to develop water-level monitoring system,» *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 7, n° 9, p. 1321–1326, 2014.
- [11] S. O. Olatinwo y T. H. Joubert, «Optimizing the energy and throughput of a water-quality monitoring system,» *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, n° 4, pp. 1-21, 2018.
- [12] Espressif Systems, «ESP32 Series,» 2021. [En línea]. Available: https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. [Último acceso: 15 septiembre 2021].
- [13] «Datasheet de sensor ultrasónico JSN-SR04T,» [En línea]. Available: <https://uelectronics.com/wp-content/uploads/2018/10/JSN-SR04T-2.0.pdf>. [Último acceso: 15 septiembre 2021].
- [14] Y. Okumura, E. Ohmori, T. Kawano y K. Fukuda, «Field strength and its variability in VHF and UHF land-mobile service,» *Rev. Elec. Comm. Lab.*, vol. 16, n° 9-10, pp. 825-873, 1968.
- [15] M. Hata, «Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services,» *IEEE Trans. Veh. Tech.*, vol. 29, n° 3, pp. 317-325, 1980.
- [16] F. E. I. M. (. W.-F. & Bluetooth). [En línea]. Available: <https://www.dfrobot.com/product-1590.html>. [Último acceso: 13 September 2021].
- [17] Jameco, «Jameco Electronics,» [En línea]. Available: <https://www.jameco.com/webapp/wcs/stores/servlet/ProductDisplay?langId=-1&storeId=10001&catalogId=10001&productId=2279255&CID=EPIPRODUCTLINK>. [Último acceso: 13 September 2021].
- [18] B. Walke, *Mobile Radio Networks: Networking, Protocols and Traffic Performance*, 2nd ed. Wiley, 2001.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Aplicación de guía de observación del desempeño docente en clases híbridas en educación superior

Sandra E. León Sosa
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos Boulevard
Cuauhnáhuac No.566, Col. Lomas
del Texcal, Jiutepec, Morelos. CP.
62550 (777) 229-3500
lsandra@upemor.edu.mx

Miguel A. Ruiz Jaimes
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos Boulevard
Cuauhnáhuac No.566, Col. Lomas
del Texcal, Jiutepec, Morelos. CP.
62550 (777) 229-3500
mruiz@upemor.edu.mx

Irma Y. Hernández Baez
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos Boulevard
Cuauhnáhuac No.566, Col. Lomas
del Texcal, Jiutepec, Morelos. CP.
62550 (777) 229-3500
ihernandez@upemor.edu.mx

Deny L. Hernández Rabádan
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos Boulevard Cuauhnáhuac
No.566, Col. Lomas del Texcal,
Jiutepec, Morelos. CP. 62550 (777)
229-3500
dhernandezr@upemor.edu.mx

Alma D. Nieto Yañez
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos Boulevard
Cuauhnáhuac No.566, Col. Lomas
del Texcal, Jiutepec, Morelos. CP.
62550 (777) 229-3500
anieto@upemor.edu.mx

RESUMEN

La observación como elemento de evaluación del sistema educativo, es considerado como una técnica para recolectar datos del docente en el desempeño en el aula con el alumnado. La modalidad de educación a distancia vino a ofrecer soluciones de emergencia a dicha crisis. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo el desarrollo de una herramienta tecnológica que permita la observación de clases híbridas en educación superior, aplicando el instrumento a docentes, por los coordinadores de academia, para tener una percepción de las actividades y el material didáctico utilizado que se lleva en las clases híbridas, conociendo los recursos didácticos que los docentes ponen en práctica, de tal forma que el alumnado que se encuentra de forma presencial con el virtual tengan las mismas oportunidades de realizar las actividades que el docente desempeña en su clase

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

híbrida. La finalidad de aplicar el instrumento de observación por el coordinador de academia al docente es detectar las condiciones del aula virtual y presencial, aunado a realizar una retroalimentación de los resultados obtenidos una vez aplicada la guía de observación del desempeño docente. La herramienta tecnológica fue desarrollada bajo el framework bootstrap con el gestor de base de datos de Mysql.

ABSTRACT

Observation as an element of evaluation of the educational system, is considered as a technique to collect data from the teacher in the performance in the classroom with the students. The distance education modality came to offer emergency solutions to this crisis. Therefore, the present research aims to develop a technological tool that allows the observation of hybrid classes in higher education, applying the instrument to teachers, by the academy coordinators, to have a perception of the activities and the didactic material used that is carried out in hybrid classes, knowing the didactic resources that teachers put into practice, in such a way that the students who are face-to-face with the virtual one have the same opportunities to carry out the activities that the teacher performs in their class hybrid. The purpose of applying the observation instrument by the academy coordinator to the teacher is to detect the conditions of the virtual and face-to-face classroom, together with providing feedback on the results obtained once the teacher performance observation guide has been applied. The technological tool was developed under the bootstrap framework with the Mysql database manager.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Palabras clave

Herramienta tecnológica, observación, framework, MysqL

Keywords

Technological tool, observation, framework, MysqL

INTRODUCCIÓN

Debido a la COVID-19, la escuela, concebida como un espacio físico, cerró y se trasladó a los hogares. Los sistemas educativos tuvieron que desarrollar, de la noche a la mañana, una oferta masiva de aprendizaje a distancia y de enseñanza remota de emergencia [1].

La pandemia al imponer una distancia física en los sistemas educativos, y especialmente en los niveles de educación superior, impulsó nuevos procesos educativos al promover un traslado desde la educación presencial tradicional hacia nuevas formas de educación mediadas por internet y con ello a una educación híbrida al ampliarla diversidad de formas digitales de acceso a la educación [2].

La educación posee un papel importante en el mejoramiento de la sociedad. En está el docente tiene la gran tarea de reflexionar creativa y críticamente sobre su quehacer práctico para transformar sus aulas en verdaderos laboratorios de investigación educativa. Con ello, no sólo mejorará su praxis, también favorecerá la formación de individuos capaces de descubrir, explorar, construir, comprobar, experimentar, registrar, analizar e interpretar y pensar críticamente. Es decir, contribuye a la formación integral del educando y a despertar el espíritu investigativo que tiene todo estudiante [3].

El modelo pedagógico de aprendizaje híbrido es cada vez más utilizado en la educación superior, por el hecho de que promueve cambios significativos en el aprendizaje. Los modelos híbridos de aprendizaje están surgiendo como una innovación híbrida, como una posibilidad de compromiso estudiantil, innovación sostenible en comparación con el aula tradicional [4].

La observación es un proceso que requiere atención voluntaria, orientada por un objetivo terminal u organizador y dirigido hacia un objeto con el fin de obtener información, instrumento indispensable de recolectar información desde el punto de vista educativo, para mejorar la enseñanza con la retroalimentación. Observar implica mirar la realidad en la que nos encontramos, no para juzgarla, sino para intentar comprenderla tan profundamente como sea posible y sacar conclusiones positivas [5].

El adecuado desarrollo de una clase teórica requiere cumplir con su estructura metodológica (introducción, desarrollo y conclusiones), lo que incide favorablemente en el logro de sus objetivos [6].

La evaluación del desempeño docente es una estrategia que permite reconocer las fortalezas y aspectos importantes de mejorar que caracterizan el trabajo diario de aula. Dicha evaluación es un proceso constante que da al evaluador la oportunidad de obtener

datos confiables, para comprobar y valorar el efecto pedagógico y la efectividad de las estrategias didácticas desarrolladas por el docente evaluado con sus discentes [7].

Se desarrolla una herramienta tecnológica que permita a los coordinadores de academia observar el trabajo cotidiano en las aulas y acompañar académicamente a los docentes, se tiene una guía de observación del desempeño docente para el coordinador, como recurso para obtener información de cómo los docentes emplean el tiempo destinado al aprendizaje de los alumnos, las actividades académicas, los materiales didácticos que son utilizados.

El uso de Internet ofrece importantes ventajas al método didáctico tradicional, especialmente en lo que se refiere a la amplia y actualizada disponibilidad de material educativo ventaja que se optimiza con el compromiso del profesor en el proceso del aprendizaje [10].

OBJETIVOS

El objetivo es desarrollar una herramienta tecnológica que permita el registro de la guía de observación de clase al docente en educación superior.

Con lo que respecta a los objetivos específicos:

- Gestionar los perfiles de usuarios del sistema
- Realizar la gestión del instrumento de observación de clase.
- Aplicar el instrumento de observación de clase al docente.
- Realizar la retroalimentación al docente de la observación de clase

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología utilizada para el desarrollo de la herramienta tecnológica es el modelo evolutivo, los requerimientos se trabajan al inicio de cada iteración, para corregirlos o redefinirlos, las entregas serán en etapas de la plataforma en partes pequeñas, utilizables denominadas incremento, de tal forma que las funcionalidades de cada uno de los requisitos funcionales se encuentren integrados.

El modelo de desarrollo incremental es un modelo que permite el desarrollo de software a base de incrementos, lo cual permite que sea un componente metodológico ideal para el desarrollo de la aplicación web (o sistema) [8]. Los procesos evolutivos permiten mostrar al cliente una versión parcial preliminar que permita obtener retroalimentación y evite problemas con la integración de un código muy grande [9].

Para el desarrollo del sistema integral se establecieron los siguientes tres incrementos (véase tabla 1).



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Tabla 3 . Número de incrementos. Fuente: Elaboración Propia

Incremento	Requisitos
1	Gestión de coordinadores y docentes Perfil de usuario
2	Gestión de la guía de observación docente
3	Aplicación de la rúbrica Reportes en PDF

Cada uno de los incrementos recorre las etapas del modelo incremental las cuales se describen a continuación:

- A. **Análisis.** Se especifican los requerimientos para la realización de la herramienta tecnológica, donde se realiza la recolección de la información que se encuentra actualmente en Word, se analiza la información que será almacenada en la base de datos,
- B. **Diseño.** Se realizan bocetos de interfaz de usuario gráfica, que permita visualizar la usabilidad de la herramienta tecnológica, de tal forma cumpla con los elementos necesarios, con el fin de tener una interfaz gráfica intuitiva.
- C. **Codificación.** Se procede a realizar la herramienta tecnológica responsiva para poder visualizar desde cualquier navegador y dispositivo adaptando la interfaz gráfica utilizando el framework, Bootstrap con lenguaje de programación en PHP y el gestor de base de datos en Mysql.
- D. **Pruebas.** Cada prueba se realiza para cada uno de los incrementos de la tabla 1, para observar las modificaciones en caso de que existiera, las cuales pasan por las etapas antes mencionadas, probando en los diferentes navegadores para la prueba responsiva del sistema integral.

La guía de observación del desempeño docente se aplica de la sexta a la novena semana del cuatrimestre, a una muestra del 30% de la plantilla de personal académico. Se manejan etapas para llevar a cabo dicho proceso figura 1.

Guía de observación del desempeño docente

Guía paso a paso



Figura 1. Etapas de la guía de observación. Fuente: Elaboración Propia

Etapa 1. Cada coordinador es el encargado de seleccionar a su personal docente para poder aplicar el instrumento de observación de clase.

Etapa 2. Se le notificará al docente en la reunión de academia sobre la evaluación que se aplicará durante el cuatrimestre, y habrá que comunicarlo a los estudiantes de la evaluación que se llevará a cabo, para agendar la cita mediante un correo electrónico.

Etapa 3. Mediante correo electrónico se llega a un acuerdo cuando asisten a la observación de clase, procurando que cuando se asista no se aplique una evidencia o en su caso los alumnos realicen una exposición.

Etapa 4. Se observa el desarrollo de la clase, aplicando el instrumento de observación de clase, existe un apartado de comentarios donde se debe de ir anotando comentarios adicionales

Etapa 5. La coordinación de academia retroalimenta al docente de forma individual los resultados obtenidos una vez aplicada la Guía de observación del desempeño docente

Los aspectos a observar que son evaluados en la guía de observación del desempeño docente son:

- Planeación de la materia.
- Avance programático
- Demuestra el dominio del tema
- Cierre de la clase
- Promueve la participación
- Mantiene el orden y la disciplina.

RESULTADOS

La información y la tecnología avanzan a una velocidad frecuentemente superior a la metodología de la enseñanza, implicando que la observación de clases hacia los docentes en la actualidad se puede realizar de manera híbrida, y hacen uso de herramientas didácticas utilizando la tecnología [10].

La importancia de la observación del desempeño docente en el proceso enseñanza y aprendizaje aplicando recursos didácticos digitales para ser integrados en sus clases híbridas incluyen técnicas de evaluación, evidencias y exámenes, es por ellos que se aplica la guía de observación de clase, diseñada en una plataforma web, que permita al coordinador, realizar el llenado del instrumento de manera digital de tal forma pueda quedar registrada la información del docente.

La plataforma cuenta con 3 usuarios: administrador, coordinador de academia, y profesor. El administrador es el encargado de registrar al coordinador de academia y profesor figura 2.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Figura 2. Registro de usuarios. Fuente: Elaboración Propia

Una vez registrados los coordinadores de academia y el profesor pueden iniciar sesión, cabe señalar que cada usuario tiene un panel de control diferente, los usuarios tienen un perfil donde pueden colocar una foto, además de registrar una firma digital. Figura 3.

Figura 3. Inicio de sesión. Fuente: Elaboración Propia

La plataforma tiene la funcionalidad de colocar los rubros que serán evaluados en la observación de clases del docente, cabe señalar que en caso de hacer alguna modificación a los rubros se puede realizar algún cambio, realizando la gestión de cada rubro figura 4.

Figura 4. Gestión de rúbrica. Fuente: Elaboración Propia

Los aspectos a evaluar de la observación de clase son, teniendo el siguiente puntaje: 0 no cumple; 5 cumple parcialmente y 10 cumple satisfactoriamente figura 5.

- El/la docente entrega (da a conocer) a los/las estudiantes la matriz de sesiones
- El/la docente hace uso de materiales y recursos didácticos, que favorecen la asimilación y movilización de los conocimientos por parte del alumno.

- El/la docente demuestra dominio del tema, utilizando ejemplos y ejercicios aplicados al programa educativo.
- El/la docente promueve la participación de los/las estudiantes en clase.
- El/la docente mantiene el orden y la disciplina en el salón de clase.

Nombre del personal docente a evaluar: Victor Hugo Arreguin Pérez
Asignatura: Programación Web Cuatrimestre 7 "A" Fecha: 27-Nov-2020

Gestión de la asignatura

A cada aspecto a evaluar se le asignará el siguiente puntaje: 0 no cumple, 5 cumple parcialmente y 10 cumple satisfactoriamente.

Nº ASPECTOS A OBSERVAR	PUNTAJE	COMENTARIOS	COMENTARIOS
1 Aspecto a observar 1	10		
2 Aspecto a observar 2	0		
3 Aspecto a observar 3	10		
4 Aspecto a observar 4	5		
5 Aspecto a observar 5	0	comentario5	
6 Aspecto a observar 6	10		
7 Aspecto a observar 7	0		
Puntaje Obtenido(suma)	35		

RETROALIMENTACIÓN AL PERSONAL DOCENTE

Figura 5. Puntaje de rúbrica. Fuente: Elaboración Propia

Cuando se aplica la guía de observación, la coordinación de academia retroalimenta al docente de forma individual los resultados obtenidos una vez aplicada la Guía de observación del desempeño docente, cuando ambas partes conocen las observaciones se procede a la firma del documento.

La plataforma web puede generar reportes en PDF, mostrando un reporte general de las guías de observación y las rúbricas que fueron aplicadas a los docentes, cada coordinador es responsable de aplicar la guía de observación a los docentes, la finalidad es elegir de forma aleatoria a los docentes, y no siempre seleccionar al mismo maestro, es decir que todos los docentes puedan ser observados en diferentes momentos. Figura 6 y 7.

REPORTE GENERAL DE INSTRUMENTOS

Evaluador	Evaluado	Asignatura	Periodo	Puntaje	Acción
Miguel Ángel Ruiz Jaimés	Victor Hugo Arreguin Pérez	Programación Web	02020	35	No se realiza plan de acción

Figura 6. Reporte General. Fuente: Elaboración Propia

Figura 7. Rúbrica aplicada. Fuente: Elaboración Propia



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

La plataforma permite almacenar las versiones de las rúbricas si existiera la opción de cambiar algún rubro de la misma, con la finalidad de tener una comparativa en un futuro de la guía de observación que fueron aplicadas, se puede colocar la versión y la fecha para tener un control de las mismas. Además, al quedar almacenados los rubros anteriores se podrá analizar qué elementos han sido cambiados, los rubros de acuerdo a las necesidades de cada academia se puedan ir agregando en las rúbricas generadas.

#	Nombre del formato	Versión	Fecha Formato	Acciones
1	Rubrica	04	2018-10-14	
2	Rubrica2	04	2018-10-14	

Figura 8 Tabla de rúbrica. Fuente: Elaboración Propia

Las herramientas digitales que se observa que los docentes utilizaron durante la pandemia para la interacción de las actividades con los alumnos se mencionan a continuación en la tabla 2

Tabla 4 Herramientas digitales. Fuente: Elaboración Propia

Número	Título
1	Suite de google (Drive, Meet, Classroom, Forms, Pizarra)
2	Skype
3	Kahoot
4	Quizizz

CONCLUSIONES

Por último, se concluye que la guía de observación docente se aplica en la novena semana del cuatrimestre por cada coordinador de académica, seleccionando un 30 por ciento de los docentes, es una práctica pedagógica y didáctica donde el coordinador en su papel de observador y el docente es el observado, con la finalidad de poder hacer un análisis reflexivo teniendo la perspectiva de la clase para seguir creciendo día con día, cabe señalar que al docente se le solicita el día y la hora de cuándo acudir a la observación y conoce la guía la observación de clase.

Esta práctica aplicada, es de gran utilidad, se observa al docente las habilidades digitales que presenta, el dominio del tema, la interacción con los alumnos, el desarrollo integral de las actividades que son aplicadas a lo largo de la clase.

La herramienta tecnológica donde el coordinador utiliza sirve de apoyo para la información de los docentes, que permita realizar el registro de la guía de observación a cada docente, la retroalimentación es de utilidad para identificar las áreas de oportunidad para seguir en el crecimiento profesional y seguir motivando a los docentes.

De esta manera, es importante conocer las estrategias didácticas y herramientas digitales que el docente aplica, con la nueva normalidad en las clases híbridas, se han ido adaptando técnicas que permiten al docente sincronizar a los alumnos de forma presencial y virtual.

REFERENCIAS

- [1] E. A. Ortíz, M. Brechner y M. Vasquéz, «De la educación a distancia a la híbrida: 4 elementos clave para hacerla realidad.» *Hablemos de política educativa América Latina y el caribe*, pp. 1-21, 2020.
- [2] C. Rama, La nueva educación híbrida, Ciudad de México: UDUAL, 2021, pp. 1-140.
- [3] Y. Matos y E. Pasek, «La Observación, discusión y demostración: Técnicas de investigación en el aula.» *Universidad Pedagógica Experimental ISSN: 1315-883X*, vol. 14, n° 27, pp. 33-52, 2008.
- [4] C. G. M. Gallegos, D. E. M. Dueñas, R. A. M. Acosta, R. L. Fernández, D. E. P. Urquiza y S. S. Gálvez, «Espacios de aprendizaje híbridos. Hacia una educación del futuro en la Universidad de Guayaquil.» *MediSur*, vol. 15, n° 3, pp. 350-355, 2017.
- [5] M. T. F. Camacho, «La observación de las prácticas educativas como elemento de evaluación y de mejora de la calidad en la formación inicial y continua del profesorado.» *Revista de Docencia Universitaria ISSN:1887-4592*, vol. 9, n° 3, pp. 237-258, 2011.
- [6] R. C. H. Infante y M. E. I. Miranda, «La clase en la educación superior, forma organizativa esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje.» *Educación y educadores ISSN: 0123-1294*, vol. 20, n° 1, pp. 27-40, 2017.
- [7] D. N. Ramírez, «El proceso de observación: El caso de la práctica supervisada en inglés en la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.» *Revista Intersedes ISSN. 2215-2458*, vol. 14, n° 28, pp. 1-19, 2013.
- [8] J. D. S. Vázquez, «Aplicación del Modelo Incremental Para el Desarrollo del Sistema de Información Docente.» *Universidad Autónoma del Estado de México*, pp. 1-10, 2018.
- [9] J. C. Ojeda y M. d. c. G. Fuentes, «Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados.» *Unión de Universidades de América Latina y el Caribe ISSN: 0041-8935*, n° 52, pp. 37-47, 2012.
- [10] S. Rosales-Gracia, V. M. Gómez-López, S. Durán-Rodríguez, M. Salinas-Fregoso y S. Saldaña-Cedillo, «Modalidad híbrida y presencial. Comparación de dos modalidades educativas ISSN 0185-2760.» *Revista de la educación superior*, vol. 37, n° 148, pp. 23-29, 2008.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Repositorio Web de recursos educativos digitales

Alma Delia Nieto Yáñez
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos, CP 62550
(52) 777 2293506
anieto@upemor.edu.mx

Irma Yazmín Hernández Báez
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos, CP 62550
(52) 777 2293506
ihernandez@upemor.edu.mx

Roberto Enrique López Díaz
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos, CP 62550
(52) 777 2293506
rlopezd@upemor.edu.mx

Sandra Elizabeth León Sosa
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos, CP 62550
(52) 777 2293506
lsandra@upemor.edu.mx

Miguel Ángel Ruíz Jaimes
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac #566, Col.
Lomas del Texcal, Jiutepec,
Morelos, CP 62550
(52) 777 2293506
mruiz@upemor.edu.mx

RESUMEN

En este artículo se describe el desarrollo y puesta en marcha de un repositorio web de recursos educativos digitales para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos. En este repositorio los recursos educativos se pueden clasificar, lo cual permite reducir el tiempo en que los estudiantes acceden a recursos que le permitan avanzar en su proceso de aprendizaje de una asignatura en particular.

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

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ABSTRACT

In this paper is described the development and implementation of a web repository of digital educational resources for students of the Information Technology Engineering career at the Universidad Politécnica del Estado de Morelos. In this repository, educational resources can be classified, which allows reducing the time in which students access resources that allow them to advance in their learning process of a particular subject.

Categorías y Descriptores Temáticos

L.10.1 **Applied computing:** Education -> Digital libraries and archives.

L.10.1 **Computación aplicada:** Educación -> Archivos y librerías digitales.

Términos Generales

Desarrollo de software, repositorio digital, recursos educativos.

Palabras clave

Repositorios digitales, recursos educativos, aplicación web.

Keywords

Digital repositories, educational resources, web application.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de la pandemia de Covid-19, se originó el cierre de las escuelas y para no detener el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la Universidad Politécnica del Estado de Morelos se decidió que las asignaturas fueran impartidas de manera virtual completamente síncronas, que de acuerdo con [1] permite la interacción de los estudiantes con el profesor y con sus compañeros, además de que las dudas se pueden resolver en el momento y se pueden diseñar actividades para que los alumnos aprendan haciendo. Estas clases síncronas requerían que se incorporaran Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que de acuerdo con [2], pueden ser una fuente de innovación para la enseñanza, contribuyendo al aprendizaje, ofreciendo metodologías y recursos para el estudiante del siglo XXI.

Otro aspecto importante para continuar con este proceso virtual de enseñanza-aprendizaje era seleccionar adecuadamente los recursos educativos digitales, entiéndase por recurso digital a cualquier material codificado para que pueda manipularse por una computadora y sea accedido de manera remota. Adicional a esto, cuando este material fue diseñado cumpliendo con ciertas características didácticas apropiadas para el aprendizaje y apuntan al logro de un objetivo de aprendizaje se denomina recurso educativo digital.

En particular, los recursos digitales según [3] ofrecen nuevas oportunidades en los procesos de enseñanza y aprendizaje, esto por incorporar imagen, sonido e interactividad para reforzar la comprensión y motivación de los estudiantes, ambas igualmente importantes sobre todo en estos momentos.

Uno de los grandes problemas a los que se enfrentaron los alumnos durante sus clases virtuales fue a la desigualdad digital en cuanto a niveles de conectividad, equipamiento y competencias digitales. El analfabetismo digital definido como el desconocimiento de los avances tecnológicos o nuevas tecnologías que pueden afectar el desarrollo profesional, personal o social de una persona, afecta no sólo a los estudiantes sino también a los docentes que al iniciar la pandemia no estaban capacitados para usar herramientas para la impartición de clases a distancia al igual que sus estudiantes. De acuerdo con [4], las competencias digitales que se tienen que trabajar en educación son:

1. Alfabetización informacional y de datos. Incluye navegar, buscar, filtrar datos, información y contenido digital.
2. Comunicación y colaboración. Interactuar con otros a través de las tecnologías digitales y compartir.
3. Creación de contenido digital. Desarrollar contenido digital.
4. Seguridad. Protección de datos y dispositivos.
5. Solución de problemas. Identificar necesidades y resolver problemas.

Desafortunadamente, la mayoría de los alumnos tenían las competencias para ser usuarios de la tecnología, pero no para ser estudiantes, comenzando con la habilidad para poder buscar información e incluso discernir si su fuente es confiable o no. Existen recursos digitales que encontramos en la web que no son confiables ya que son poco elaborados y no pueden ser utilizados

como material de consulta o de apoyo a una asignatura, haciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje más tardado. Adicionalmente, de acuerdo con los resultados de una encuesta realizada a una muestra de estudiantes de la carrera, la frecuencia con la que buscan recursos en una escala de 1-5, es en promedio de 2.21, esto hace aún más importante el proporcionar de una manera eficiente recursos educativos confiables.

En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema web que sirva como repositorio de recursos educativos digitales que proporciona información compartida confiable que siempre está disponible para estudiantes y profesores. El documento está dividido en cinco secciones, Introducción, Objetivos, Metodología y proceso de desarrollo, Resultados y Conclusiones, además de agradecimientos y referencias.

OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto es proporcionar a los estudiantes recursos educativos digitales que faciliten el proceso de aprendizaje.

Para proporcionar los recursos educativos se propuso la implementación de un sistema web que sirva de repositorio de recursos educativos al cual puedan acceder tanto estudiantes como profesores. El sistema debe autenticar a los diferentes usuarios del sistema, gestionar y validar recursos creados por estudiantes, además de gestionar, recomendar, compartir, descargar, comentar y ponderar recursos educativos disponibles en el sistema y la generación de reportes.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para este proyecto para el desarrollo del sistema web para el repositorio de recursos educativos se siguió el modelo de desarrollo incremental. En este modelo el desarrollo y entrega del sistema se divide en incrementos, con cada incremento se entrega parte de la funcionalidad requerida en el sistema. Los requerimientos de usuarios son priorizados y la prioridad más alta es incluida en los primeros incrementos [5]. En la Figura 1 se muestra el modelo de desarrollo incremental y como puede observarse cada incremento es un proceso secuencial de cinco fases: Comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue.

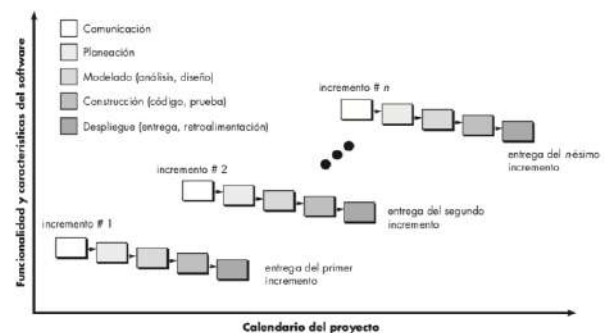


Figura 1. Modelo de desarrollo incremental: Fuente [5].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Durante la fase de pruebas se realizaron encuestas para evaluar no sólo el funcionamiento del sistema, sino la utilidad y tipo de recurso que mejor apoyen el aprendizaje de los estudiantes.

Para el proyecto se planearon tres incrementos que incluían los siguientes requisitos:

- Inicio de sesión y gestión de usuarios, incluyendo recuperación de contraseña.
- Gestión de áreas de conocimiento y de contextos educativos y de grupos.
- Gestión de recursos educativos. Todos los usuarios podrán crear recursos, pero en el caso del estudiante el recurso debe validarse antes de ponerlo disponible para otros. Incluye el poder compartir recursos con todos los usuarios o con algunos.
- Módulo de valoración, de comentarios, así como recomendación y favoritos.
- Módulo de reportes.

Para el modelado se usaron diagramas de casos de uso y diagramas de actividad. Para el diseño de la base de datos se realizó un diagrama relacional, este diagrama incluyó tablas para permitir que el sistema tuviera diferentes usuarios con diferentes roles, que se pudieran guardar los recursos educativos con una correcta clasificación y que a su vez pudieran ser compartidos con todos los usuarios o con usuarios específicos. La arquitectura lógica fue basada en la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), mientras que la arquitectura física fue cliente-servidor. Para el modelado e implementación se emplearon: Balsamiq Mockups, StarUML, PHP, MySQL, Atom, JavaScript, CSS3, HTML5.

RESULTADOS

Como resultado del desarrollo del sistema web, estudiantes, profesores y administrador pueden acceder al sistema mediante un inicio de sesión y cada uno podrá hacer diferentes operaciones.

Los estudiantes pueden iniciar sesión, crear recursos educativos, acceder a recursos educativos, descargarlos, añadir comentarios y calificar, así como agregarlos a sus favoritos y realizar recomendaciones. En la Figura 2 se muestra cómo un usuario de tipo estudiante puede buscar un recurso y en la Figura 3 se muestra cómo se puede visualizar y descargar un recurso.



Figura 2. Pantalla correspondiente a la búsqueda de un recurso educativo.



Figura 3. Pantalla correspondiente a la descarga de un recurso educativo.

En la Figura 4 se muestra la creación de un recurso, si esta acción es realizada por un estudiante, tiene que pasar por un proceso de validación por parte de un profesor o administrador.



Figura 4. Pantalla correspondiente a la creación de un recurso educativo.

Al crear un recurso educativo se puede anexar un archivo, el cuál por el momento puede ser pdf, mp3 o mp4. Estos formatos resultaron los adecuados para los tipos de recursos que los estudiantes indican preferir en una encuesta. En la figura 5 se muestra la preferencia de los estudiantes en cuanto a tipos de recursos que les parecen apoyar mejor en su aprendizaje.



Figura 5. Preferencia de los estudiantes con respecto al tipos de recurso que mejor apoyan su aprendizaje.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Un profesor, además de la funcionalidad de los estudiantes, puede gestionar contextos educativos y áreas de conocimiento para una correcta clasificación de los recursos, además de la validación de recursos creados por sus estudiantes, hacer recomendaciones y gestionar sus grupos de cada asignatura de forma independiente. En la Figura 6 se muestra el módulo de gestión de área de conocimiento y contexto educativo al cual pueden acceder usuarios de tipo profesor o administrador.



Figura 6. Pantalla correspondiente al módulo de gestión de clasificación de un recurso educativo.

En la Figura 7 se muestra la pantalla del módulo de gestión de recursos, el cual incluye la validación de recursos creados por los estudiantes, los cuales pueden visualizar y validar si lo considera adecuado. En la Figura 8 se muestra el módulo de gestión de grupos.



Figura 7. Pantalla correspondiente al módulo de gestión de recursos educativos (validación).



Figura 8. Pantalla correspondiente al módulo de gestión de grupos.

Por lo que respecta a un usuario administrador, también puede gestionar usuarios, lo cual puede hacer de forma individual o dar de alta usuarios extraídos de un archivo de Excel (Figura 9), además puede realizar respaldos o restauración de la base de datos en caso de que se tenga algún problema.



Figura 9. Pantalla correspondiente al módulo de gestión de usuarios (registro múltiple).

Otra funcionalidad importante es la configuración de recursos, la cual entre otras cosas puede limitar el tiempo en que un recurso estará disponible y la cantidad máxima de recursos por cada usuario de tipo estudiante.

CONCLUSIONES

El sistema web desarrollado proporciona a los estudiantes el acceso a recursos educativos digitales confiables ya que todos los recursos son recomendados y/o validados por sus profesores. La clasificación correcta de los recursos ayuda a que éstos sean encontrados más rápidamente, lo cual apoya a estudiantes que tienen un acceso limitado a internet desde su casa. Los formatos usados para los de archivos de los recursos educativos por el momento resultaron adecuados.

A un profesor, le permite gestionar a sus alumnos por grupo y asignatura, recomendar recursos y ver si los estudiantes están accediendo a los recursos que recomienda, así como recibir retroalimentación en comentarios y/o en la valoración sobre la utilidad de los recursos.

Por otro lado, el diseño modular y la documentación generada permite que se puedan incorporar más módulos sin que afecte lo ya implementado.

AGRADECIMIENTOS

A estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información que participaron en el desarrollo y pruebas del repositorio de recursos educativos digitales.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

REFERENCIAS

- [1] Mujica, R. (2020). *Beneficios del aprendizaje sincrónico*. [En línea]. Available: <https://blog.docentes20.com/2020/09/beneficios-del-aprendizaje-sincronico-docentes-2-0/>. [Último acceso: 1 Septiembre 2021].
- [2] Sanchez, J. (2003). Integración Curricular de TICs, Concepto y Modelos. *Modelos Educativos*, vol. 5, n° 1, pp. 51-56.
- [3] Garcia-Valcarcel, A. y Muñoz-Repiso, (2016). *Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje*. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- [4] Diaz-Arce, D. y Loyola-Illescas, E.(2021). Competencias digitales en el contexto COVID 19: una mirada desde la educación, *Revista Innova Educación*, pp. 120-150.
- [5] Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*, Séptima ed., México: McGraw Hill.



***XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021***

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

**4. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA
EDUCACIÓN**



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Transferencia del Modelo Centro Acacia para una Educación Incluyente y Accesible

Juan Carlos Guevara B
Facultad Tecnológica
Universidad Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia
ORCID:0000-0001-9580-0374
jcguevarab@udistrital.edu.co

Gloria Andrea Cavanzo N
Facultad Tecnológica
Universidad Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia
ORCID: 0000-0002-8631-3459
gacavanzon@udistrital.edu.co

Fernando Martínez R
Facultad de Ingeniería
Universidad Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia
ORCID: 0000-0002-5173-9898
fmartinezr@udistrital.edu.co

RESUMEN

El presente artículo tiene el propósito de describir el trabajo realizado y los resultados obtenidos de la consolidación del proceso de transferencia del modelo Centro Acacia que tiene la finalidad de brindar el acompañamiento necesario para la implementación, adaptación y puesta en funcionamiento de un Centro Acacia en las Instituciones de Educación Superior de América Latina interesadas. Los Centros Acacia son dependencias universitarias que tienen dentro de sus propósitos la educación incluyente y accesible de las comunidades universitarias. En el artículo se presentan los referentes conceptuales que soportan el proceso, los objetivos propuestos del trabajo realizado, la descripción de las etapas del proceso de transferencia del Modelo Centro Acacia y los resultados obtenidos en varias Instituciones de Educación Superior de América Latina.

Categorías y Descriptores Temáticos

Tecnología, educación y modelos de aprendizaje en la digitalización del conocimiento. Tendencias, retos y tecnologías en la educación.

Términos Generales

Modelo organizacional, Modelo Centro Acacia, aprendizaje organizacional, proceso de transferencia y educación incluyente y accesible.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia. Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Palabras clave

Modelo organizacional, Modelo Centro Acacia, aprendizaje organizacional, proceso de transferencia y educación incluyente y accesible.

INTRODUCCIÓN

Un modelo puede definirse como una representación gráfica que se utiliza para visualizar y describir la realidad o conjunto de realidades con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, además los modelos se construyen para conocer, explicar, comprender, replicar y predecir el comportamiento de las propiedades de la realidad o realidades que está representando [1] [2].

Las organizaciones pueden percibirse, estudiarse y administrarse como sistemas integrados por diferentes elementos que interactúan para el logro de sus objetivos y adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno. Los modelos son útiles en la representación de los elementos, relaciones e interacciones que hacen parte de las organizaciones para conocer, explicar, comprender, replicar y predecir el comportamiento de éstas. Los modelos utilizados para representar el funcionamiento se denominan modelos organizacionales [3] [4].

Los modelos organizacionales y la transferencia de ellos es un tema que requiere una profunda reflexión de sobre el conocimiento de las organizaciones. Esta reflexión permite tener en cuenta las características particulares de las empresas de donde salen y llegan el conocimiento que se desea transferir (Herrera Caballero & Bernal Domínguez, 2014). La transferencia constituye en una capacidad de construir intercambios entre las organizaciones para poder aceptar las oportunidades que ofrece el contexto en el nuestro caso tener una educación incluyente y accesible [6].

Dentro del crecimiento económico y ámbito competitivo las transferencias de modelos son determinantes sobre todo en países en vía de desarrollo, donde a partir de una necesidad en un escenario de una organización se requiere un proceso de modernización ya sea tecnológico, de poder, razón, creatividad o



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

conocimiento y llevado posteriormente a sistemas de cumplimiento, estandarización o institucionalización; en ese proceso de transferencia del modelo es tomado como un marco de referencia, opcional, para comprender e interpretar los conocimientos que darán sentido a las acciones tomadas por la organización y que incluso puede promulgarse aquel conocimiento adquirido desde la experiencia y capacitación [7] [8] [9].

Un Centro Acacia es un organismo universitario institucional creado para brindar formación, asesoría, acompañamiento y orientación en situaciones que limitan el acceso al aprendizaje, fortaleciendo de esta manera la inclusión y accesibilidad a los programas académicos. Además, genera y mejora los ambientes de aprendizaje accesibles y afectivos que favorezcan el rendimiento académico y reduzcan al máximo la deserción estudiantil en las instituciones de educación superior. Un Centro Acacia trabaja de manera colaborativa y articula esfuerzos con otros Centros a través de la Red de Instituciones de Educación Superior con Centros Acacia (RIESC) la cual brinda la posibilidad de compartir experiencias y recursos, el desarrollo de proyectos conjuntos y realización de actividades.

Un Centro Acacia cuenta con una estructura organizacional que permite realizar sus funciones y ofrecer los diferentes servicios que brinda dentro de las instituciones de educación superior. Esta estructura tiene su origen en un modelo conceptual que representa lo que es un Centro Acacia, este modelo es el resultado del trabajo realizado en el Proyecto ACACIA el cual tenía dentro de sus objetivos principales la implementación de tres Centros Acacia en instituciones de educación superior de Latinoamérica. El modelo permite representar y visualizar los diferentes elementos que conforman un Centro Acacia, la manera como se organizan y articulan con el propósito de facilitar su transferencia en las instituciones interesadas.

El modelo de Centro Acacia es utilizado por la RIESC para realizar la transferencia de la estructura organizacional de un Centro Acacia dentro de las instituciones de educación superior interesadas y de esta manera apoyar la implementación. La implementación de los Centros Acacia y el funcionamiento pleno de los Centros en las instituciones no ha tenido los resultados esperados debido a factores como: los recursos de personal con que cuentan las instituciones no son suficientes para soportar la estructura, algunas de las instituciones no tienen la capacidad para realizar todas las funciones y servicios de un Centro; la implementación de un Centro Acacia requiere realizarse de manera gradual ya que tiene que articularse con otras dependencias de la institución, el equipo de los nuevos Centros requieren un proceso de formación sobre la estructura, accesibilidad e inclusión, las instituciones cuentan con procesos y procedimientos así como documentación que debe tenerse en cuenta cuando se crea una nueva dependencia y el equipo de trabajo de los Centros requieren de acompañamiento en la ejecución inicial del Centro y en el trabajo colaborativo con otros Centros. Con el fin de atender los problemas que se han presentado en la transferencia y puesta en marcha de los Centros Acacia, se definió el proceso de transferencia del modelo Centro Acacia para brindar el apoyo y las adaptaciones que requiere el modelo dentro de cada Institución con el fin de ponerlo en funcionamiento de acuerdo con las características particulares de cada Institución.

En el presente artículo se describe la consolidación del proceso de transferencia del modelo Centro Acacia que permita brindar el acompañamiento necesario a cada institución en la adaptación, implementación y puesta en marcha de un Centro Acacia dentro de cada Institución de Educación Superior interesada. El artículo inicia con la descripción teórica de lo que es un modelo organizacional, luego se presenta en que consiste un Centro Acacia, posteriormente se relata de manera general la estructura y los elementos del modelo Centro Acacia, después se definen los objetivos del trabajo, luego se describe la metodología que se basa en el proceso de transferencia del modelo Centro Acacia que se utilizó para acompañar su implementación dentro de varias Instituciones de Educación Superior de América Latina en los que se está trabajando, posteriormente se presentan los resultados obtenidos y finalmente se dan las conclusiones del trabajo desarrollado hasta el momento.

MODELOS ORGANIZACIONALES

Un modelo organizacional es una representación cognitiva de diversos conocimientos que se tienen sobre una organización en un contexto real. El modelo toma las principales características de la organización para diseñar una representación gráfica o matemática que permita visualizar los elementos, las relaciones entre elementos, la estructura, los procesos y la manera como se articulan con el propósito de comprender su funcionamiento y la manera de aplicarlo dentro de la organización o en otra que desee replicarlo [6] (Herrera Caballero & Bernal Domínguez, 2014) [10]. Dentro de los elementos que componen este tipo de modelos se encuentran diferentes planteamientos que han sido postulados por autores como Mintzberg, Miller, Reimann e Idárraga en 2012, quienes proponen una estructura compuesta por: coordinación, donde deben ser utilizados mecanismos para integrar el trabajo que ha sido dividido; especialización, en el cual los individuos desarrollen una única tarea; formalización, garantizando idoneidad en los procesos; agrupación de unidades, conocida como departamentalización; tamaño, referente a la cantidad de cargos en un nivel jerárquico y toma de decisiones [11].

Uno de los propósitos de contar con un modelo organizacional es facilitar su aplicación en otras organizaciones que deseen utilizarlos. La implementación del modelo en una nueva organización requiere de un modelo de transferencia que oriente su implementación y en algunos casos facilite la adaptación del modelo organizacional a las características de la nueva organización. Los modelos de transferencia son parte intrínseca del proceso de aprendizaje, siendo trasladados de un área geográfica a otra o de un sector a otro siendo todo un grupo de procesos que posibilitan el flujo de conocimientos empíricos, tecnológicos y científicos aplicándolos sistemáticamente en la composición de un producto o servicio [6] [12] [10]. Algunos de los modelos de transferencia son: la norma de Calidad ISO 9000, procesos de modernización, transferencia de modelos del sector privado al público, reingeniería, empoderamiento, curva de aprendizaje y la cadena de valor. Otros autores distinguen los modelos de transferencia en procesos de investigación contratada, macroproyectos, consultoría, enseñanza externa, presentación de servicios especializados, entre otros [13] [14] [15].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

MODELO CENTRO ACACIA

Un Centro Acacia es un organismo universitario institucional creado para brindar formación, asesoría, acompañamiento y orientación en situaciones que limitan el acceso al aprendizaje. Tiene dentro de sus objetivos fortalecer la inclusión y accesibilidad de todos los integrantes de la comunidad universitaria para de esta manera lograr una educación incluyente y accesible, donde todas las personas puedan participar en las estrategias de aprendizaje y utilizar los recursos con que cuentan las Instituciones de Educación Superior en sus programas académicos sin importar su condiciones físicas y creencias. Cuenta con un conjunto de recursos que pueden utilizar las dependencias universitarias para fortalecer la inclusión y accesibilidad de las personas. Estos recursos son compartidos con otros Centros Acacia de América Latina y los cuales trabajan de manera integrada a través de la Red de Instituciones de Educación Superior con Centros Acacia (RIESC). Los Centros Acacia cuentan con un modelo que permite visualizar la estructura, los elementos y manera como se articulan para el logro de sus objetivos. El modelo posibilita a las Instituciones de Educación Superior (IES) interesadas en implementar un Centro Acacia en su institución conocer de manera general su estructura y funcionamiento.

El modelo de Centro Acacia cuenta con una estructura en capas que permite clasificar los diferentes elementos de acuerdo con la función que desempeñan. La estructura definida sirve de modelo para visualizar los diferentes elementos que conforman los Centros Acacia y la manera como se relacionan y articulan. Lo anterior con el propósito de facilitar su comprensión y contar con un modelo que pueda ser replicable a las IES interesadas en el montaje de un Centro. La estructura del modelo se encuentra conformada por tres capas donde se organizan y clasifican los componentes organizacionales de un Centro Acacia: La capa de comunidad, la capa de organización y la capa de infraestructura. Las capas cumplen una función que caracteriza a los componentes que componen y los mantiene relacionados. Los componentes de una capa se articulan con los componentes de las capas anterior e inferior. La articulación entre los componentes se logra por medio de los elementos de direccionamiento estratégico (misión, visión, objetivos, funciones, servicios y procesos) y específicamente por los procesos misionales, estratégicos y operativos que hacen parte de éstos. La estructura de trabajo está conformada por los módulos quienes cumplen los procesos misionales de los Centros Acacia. En la Figura 1, se muestra el modelo de los Centros Acacia.



Figura 1. Modelo de Centro Acacia

La estructura en capas del modelo de Centro Acacia facilita la adaptación a las características de las IES interesadas en implementar un Centro. Las IES identifican los elementos de cada capa que estén presentes en su Institución y los integran dentro del Centro Acacia. La capa comunidad tiene la función de definir el conjunto de usuarios que utilizan los servicios y recursos de la organización con el propósito de atender las actividades que realizan o una necesidad específica que tienen. La capa de organización tiene la función de definir los elementos que orientan y soportan el funcionamiento de la organización. Esta capa se divide en dos subcapas: la subcapa gestión, que contiene los elementos de direccionamiento estratégico que orientan y alinean las actividades que realizan los órganos y personas que conforman la organización y la subcapa estructura que contiene los órganos, las personas y estructura que soportan el funcionamiento de la organización. La capa de infraestructura tiene la función de definir los elementos que soportan el funcionamiento de las actividades que realizan los órganos (departamentos, módulos, dependencias) y el personal de la organización. Esta capa se divide en dos subcapas: la subcapa plataformas, que contiene el conjunto de plataformas tecnológicas que soportan las actividades de los procesos misionales, estratégicos y de soporte que realizan las personas de la organización. La subcapa de espacio físico, que contiene el conjunto de espacios físicos donde opera la organización.

OBJETIVOS

La Red de Instituciones de Educación Superior con Centros Acacia (RIESC) articula el trabajo de los diferentes Centros Acacia que actualmente se encuentran funcionando y los que van surgiendo a partir del interés de otras instituciones que desean implementar un Centro Acacia. La RIESC cuenta con el modelo de Centro Acacia para orientar la implementación de los diferentes elementos que lo conforman, sin embargo, este modelo debe complementarse con un proceso de transferencia que permita brindar acompañamiento para la puesta en funcionamiento de los elementos del Centro y fortalecimiento para las Instituciones que ya cuentan con un Centro con el propósito de facilitar la interacción entre los integrantes de la RIESC. Este proceso debe estar orientado a facilitar la transferencia del modelo Centro Acacia, tanto para las Instituciones que ya cuentan con un Centro, así como, las que tienen el interés de poner en funcionamiento un Centro Acacia. Los objetivos que se propusieron para fortalecer el proceso de transferencia y la actualización del modelo Centro Acacia que permita atender las necesidades de inclusión y accesibilidad de las personas que conforma la comunidad universitaria se plantean a continuación:

Objetivo general

Consolidar el proceso de transferencia del modelo de Centro Acacia en las Instituciones de Educación Superior de la RIESC interesadas en implementar un Centro en su Institución o mejorar el funcionamiento de un Centro que ya se encuentre en funcionamiento.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Objetivos específicos

- Documentar las etapas del proceso de transferencia del modelo Centro Acacia con el propósito de facilitar su aplicación en la RIESC tanto para Instituciones que tienen el propósito de poner un Centro Acacia en funcionamiento como para las que desean mejorar el funcionamiento de un Centro que ya encuentra montado.
- Aplicar el proceso de transferencia del modelo Centro Acacia en las Instituciones de Educación Superior de la RIESC para Instituciones que tienen el propósito de poner un Centro Acacia en funcionamiento como para las que desean mejorar el funcionamiento de un Centro que ya encuentra montado.
- Realizar adaptaciones del modelo Centro Acacia en cada una de las Instituciones de Educación Superior de acuerdo con las características particulares de cada Institución.
- Complementar el proceso de transferencia del modelo Centro Acacia a partir de las experiencias de la aplicación del proceso en las diferentes Instituciones de Educación Superior de la RIESC

METODOLOGÍA Y PROCESO DE DESARROLLO

El proceso de transferencia del modelo del Centro Acacia es el mecanismo que utiliza la RIESC para apoyar su implementación en las IES interesadas, la actualización del modelo Centro Acacia a partir de su aplicación en diferentes IES y la transferencia del conocimiento obtenido del trabajo que realizan en cada IES entre los diferentes Centros Acacia. El modelo de Centro Acacia brinda el marco general de trabajo para la implementación de Centros Acacia en las IES. Actualmente se tienen seis IES con Centros Acacia en América Latina: Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú), Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (Nueva Guinea, Nicaragua), la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia), Universidad de Antofagasta (Antofagasta, Chile), Universidad Nacional Federico Villarreal (Lima, Perú) y Corporación Universitaria Rafael Nuñez (Cartagena Colombia).

El modelo Centro Acacia describe los elementos de direccionamiento estratégico, la estructura organizativa, los procesos misionales, gestión y de soporte y la infraestructura física y tecnológica de un Centro Acacia. Las IES interesadas en la implementación de un Centro Acacia generalmente siguen los siguientes pasos: En primer lugar, toman el modelo para identificar los componentes que requieren para el funcionamiento del Centro. En segundo lugar, determinan los elementos con que cuentan para implementar el Centro. En tercer lugar, determinan las adaptaciones que realizarán al modelo para implementar el Centro. En quinto lugar, inician la institucionalización del Centro en la IES. En sexto lugar, constituyen el equipo de trabajo que conformará el Centro. En séptimo lugar empiezan a ofrecer algunos de los servicios del Centro, de acuerdo con las capacidades y recursos que disponen para su funcionamiento. En octavo lugar, interactúan con

otros Centros Acacia para el desarrollo de actividades conjuntas y para compartir recursos.

Las etapas que siguen las IES para implementar un Centro Acacia requieren de acompañamiento y seguimiento que facilite la apropiación de los diferentes elementos de un Centro Acacia. En la mayoría de la IES el modelo de Centro Acacia no se implementa en su totalidad ya que este varía de acuerdo con las características y objetivos particulares de cada institución. La RIESC para facilitar la implementación de los Centros Acacia en las diferentes IES interesadas plantea el proceso de transferencia como una estrategia que permita lo siguiente: brindar acompañamiento y seguimiento a las actividades de implementación de los Centros Acacia en cada IES, apoyar la apropiación por parte de los integrantes del Centro de los elementos que lo conforman (direccionamiento estratégico, estructura organizativa y recursos que disponen), facilitar la transferencia del conocimiento obtenido de las actividades que realizan para atender las necesidades de la Institución con otros Centros Acacia y actualizar el modelo Centro Acacia a partir de las experiencias de implementación de Centros en cada Institución. El proceso de transferencia es un mecanismo que se adapta a la realidad de cada IES para brindar el apoyo necesario para que los Centros Acacia puedan cumplir con los propósitos con los que se crearon.

El proceso de transferencia realiza la apropiación de los elementos del modelo de Centro Acacia en cada IES interesada a través de un conjunto de etapas y actividades que conforman el proceso de transferencia: Institucionalización, formación, implementación, aplicación y trabajo en red. Las etapas, aunque se plantean de manera secuencial, de acuerdo con las características de cada IES se pueden realizar de manera paralela o en diferente orden, esto depende principalmente de la estrategia definida por cada IES. En cada etapa del proceso de transferencia se realizan actividades que implican capacitación, seguimiento y acompañamiento por parte del equipo designado de la RIESC para apoyar la implementación del Centro Acacia en cada IES interesada. Las IES también designan un equipo responsable, quienes se encargan de coordinar y desarrollar las actividades que lleven a la implementación del Centros Acacia. En la figura 2 se muestra las etapas del proceso de transferencia.



Figura 2. Etapas del proceso de transferencia



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Una vez el Centro Acacia comienza a operar, el proceso de transferencia define estrategias orientadas a compartir el conocimiento obtenido del montaje y al trabajo en red con otros Centros. El montaje y funcionamiento de un Centro Acacia es un escenario de producción de conocimiento que sirve de base para mejorar y fortalecer el modelo de los Centros Acacia. Las adaptaciones y funcionamiento del Centro Acacia generan conocimiento que el proceso de transferencia permite compartir con otros Centros Acacia y de la misma manera permite recibir el conocimiento generado en la adaptación y puesta en marcha de otros Centros Acacia. Las etapas de institucionalización, formación, implementación, aplicación y trabajo en red que conforman proceso de transferencia del modelo de Centro Acacia se describen a continuación:

Institucionalización

El desarrollo de la etapa de institucionalización tiene propósito de lograr la creación institucional y la conformación del equipo del Centro Acacia en la IES interesada. El desarrollo de esta etapa se comprende la ejecución de cuatro actividades que pueden realizarse secuencialmente o en paralelo de acuerdo con las características de la Institución. Las actividades que conforman de la etapa de institucionalización son las siguientes: Articulación, formalización, conformación del equipo y montaje y adaptación de infraestructura. La articulación tiene el propósito de determinar las dependencias de la universidad que tienen la responsabilidad o realizan acciones en los temas de deserción, accesibilidad y desarrollo de tecnologías para población en riesgo de exclusión. La formalización tiene el propósito de generar el documento de creación institucional del Centro. La conformación del equipo tiene el propósito de vincular las personas que conformarán el equipo de trabajo del Centro. El montaje y adaptación de infraestructura tiene el propósito de conseguir y adecuar la infraestructura del Centro.

Formación

El desarrollo de la etapa de formación tiene el propósito de profundizar y apropiar los elementos de los módulos: Apoya, Cultiva, Empodera, Innova y Convoca y de coordinación de un Centro Acacia que posibilitan su funcionamiento y articulación interna y externa dentro de la IES interesada en implementarlo. La etapa de formación implica trabajar con los equipos de cada uno de los módulos y el equipo de coordinación del Centro Acacia en tres actividades: conformación del equipo de transferencia, ejecución de actividades de transferencia y evaluación del proceso de transferencia. Las actividades se desarrollan en los módulos a partir de la estrategia definida por cada uno de los módulos para realizar la transferencia de los recursos, servicios, procedimientos, funciones, objetivos y funcionamiento. La actividad de conformación del equipo de transferencia tiene el propósito de integrar el equipo de transferencia de cada uno de los módulos y el de coordinación del Centro Acacia. Los equipos de cada módulo y de coordinación tendrán la responsabilidad de definir la estrategia y el cronograma de trabajo para realizar el proceso de formación. La ejecución de las actividades de transferencia tiene el proceso de

realizar actividades de formación que permitan a los integrantes del Centro conocer su funcionamiento. La actividad de evaluación del proceso de transferencia tiene el propósito de retroalimentar el desarrollo de las actividades de formación.

Implementación

El desarrollo de la etapa de implementación tiene propósito poner en marcha el Centro Acacia dentro de las IES interesadas. El desarrollo de esta etapa se lleva a cabo a través de la ejecución de cinco actividades que pueden realizarse secuencialmente o en paralelo. Las actividades de la etapa de implementación son: Implantar del sistema de gestión, funcionamiento de los módulos, montar la infraestructura tecnológica, adecuar espacios físicos y difundir los servicios del Centro Acacia. La implementación del sistema de gestión consiste en poner en funcionamiento los procesos de gestión, soporte y apoyo del Centro. El funcionamiento de los módulos consiste en poner en funcionamiento la estructura organizativa del Centro. El montaje de la infraestructura tecnológica consiste en poner en funcionamiento para el Centro las aplicaciones que soportan los procesos de negocio. La adecuación del espacio físico consiste en realizar las adaptaciones a espacio asignado para el funcionamiento del Centro. La difusión de los servicios consiste en brindar información del Centro y ponerlos a disposición de la comunidad universitaria.

Aplicación

El desarrollo de la etapa de aplicación tiene propósito de realizar seguimiento a la utilización de los servicios y recursos del Centro Acacia por parte de la comunidad de la IES interesada. El desarrollo de esta etapa se lleva a cabo a través de la ejecución de cuatro actividades que pueden realizarse secuencialmente o en paralelo. Las actividades de la etapa de aplicación son: Ofrecer servicios de Centro, documentar los servicios brindados, medir impacto y proponer mejoras. El ofrecimiento de los servicios consiste en difundir los servicios del centro a los integrantes de la comunidad universitaria. La documentación de los servicios consiste en registrar información de los servicios que se prestan a la comunidad universitaria. La medición del impacto consiste en determinar la manera como se han utilizado los servicios del Centro. Proponer mejoras consiste en determinar debilidades del modelo de Centro Acacia y comunicarlas para mejorarlo.

Trabajo en red

El desarrollo de la etapa de trabajo en red tiene propósito de articular e integrar el trabajo que realiza el Centro Acacia con los Centros de las otras Instituciones de Educación Superior para el desarrollo de actividades, proyectos y nuevos servicios. El desarrollo de esta etapa se lleva a cabo a través de la ejecución de cuatro actividades que pueden realizarse secuencialmente o en paralelo. Las fases de la etapa de trabajo en red son: Compartir experiencias, identificar oportunidades de cooperación, desarrollar actividades colaboración y difundir resultados. Compartir experiencias consiste en brindar el conocimiento adquirido por el



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Centro del desarrollo de sus actividades con otros Centros. Identificar oportunidades de cooperación consiste en determinar alternativas que puedan realizarse con otros Centros que fortalezcan los recursos y acciones que realiza el Centro. El desarrollo de actividades de cooperación consiste en la realización de acciones de manera conjunta con otros Centros como proyecto, campañas, elaboración de materiales, entre otras. La difusión de resultado consiste en distribuir información de los resultados alcanzados por el Centro.

RESULTADOS

El proceso de transferencia del modelo Centro Acacia actualmente se encuentra ejecutando en cinco IES de la RIESC con diferentes propósitos de acuerdo con las características y objetivos de cada Institución. Las IES que están desarrollando el proceso son: Universidad de Antofagasta - UA (Antofagasta, Chile), Universidad Nacional Federico Villarreal - UNFV (Lima, Perú), Universidad de Cundinamarca - UC (Fusagasugá, Colombia), Universidad Pedagógica Nacional - UPN (Bogotá, Colombia) y Corporación Universitaria Rafael Núñez - CURN (Cartagena, Colombia). Cada IES cuenta con un equipo de trabajo que se encuentra participando en el proceso de transferencia y la implementación del modelo Centro Acacia. El proceso es liderado por un equipo de trabajo del Centro Acacia de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas – UDFJC (Bogotá, Colombia), la cual ha definido las estrategias para coordinarlo y realizar el acompañamiento que requiere cada IES.

Los propósitos del proceso de transferencia varían en cada una de las IES que lo estén ejecutando. Lo anterior se debe a que cada IES tiene diferente nivel de desarrollo de implementación del modelo Centro Acacia, características particulares que afectan el funcionamiento del Centro y buscan profundizar en servicios específicos como disminución de la deserción, facilitar la inclusión de la comunidad, fortalecer la accesibilidad de los contenidos entre otros. En el caso de la UA su interés primordial es articular el Centro Acacia a los procesos misionales de la Institución. En el caso de la UNFV y la CURN es poner en funcionamiento del Centro Acacia en la Institución. En el caso de la UPN es la implementación de los módulos apoya y cultiva del Centro. En el caso de la UC es crear un Centro Acacia en la Institución. Además, cada IES tiene una cultura y dinámicas de trabajo que afectan la implementación y funcionamiento del Centro Acacia y las que deben tenerse en cuenta para el éxito del Centro.

La ejecución del proceso de transferencia comprende el desarrollo de cuatro etapas: Institucionalización, formación, implementación, aplicación y trabajo en red. En las IES las etapas del proceso de transferencia no se realizan de manera secuencial debido principalmente a los siguientes factores: Las IES cuentan con organizaciones bastante flexibles para el desarrollo proyectos y actividades de cooperación académica y las IES son organizaciones complejas donde la creación de una nueva dependencia universitaria implica un conjunto de acciones que requieren un

tiempo considerable. Lo anterior implica que un proceso de transferencia de un modelo organizacional cuenta con cierta flexibilidad en primer lugar para aprovechar las alternativas que ofrece el desarrollo de proyectos en IES y no esperar resultados inmediatos porque es necesario comprender la cultura y la estructura operativa con que cuenta cada IES. La ejecución del proceso de transferencia en cada IES tiene propósito diferente, pero manteniendo las etapas y actividades definidas para cumplir con la apropiación del modelo Centro Acacia.

La UA ya cuenta con un Centro Acacia institucionalizado y con el equipo de personas para cada uno de los módulos. Los intereses particulares que tienen y donde el proceso de transferencia brinda un apoyo significativo son los siguientes: la alineación de los procesos del Centro Acacia con los procesos misionales de la universidad y poner en funcionamiento los módulos del Centro. Las actividades dentro del proceso de transferencia que se han desarrollado son las siguientes: Diagnóstico del estado del Centro Acacia, realizar las adaptaciones al modelo de Centro Acacia y a la estructura del Centro de acuerdo con sus características, la articulación de los procesos del Centro con los procesos misionales de la Universidad y la implementación de los servicios de los módulos apoya y cultiva del Centro.

Las UNFV y la CURN ya cuentan con Centros Acacia institucionalizados y equipos asignados a los Centros. El interés particular que tienen es fortalecer la apropiación del modelo Centro Acacia para ponerlo en funcionamiento en cada Institución. Las del proceso de transferencia que se ha realizado para este propósito son: formación en el funcionamiento de los módulos, diagnóstico del estado del Centro Acacia, realizar las adaptaciones al modelo de Centro Acacia y a la estructura del Centro de acuerdo con sus características y brindar los primeros servicios a la comunidad universitaria.

CONCLUSIONES

La transferencia de modelo organizacionales como el del modelo Centro Acacia en IES deben contar con flexibilidad y adaptación a los cambios que les permitan ajustarse a las características de las organizaciones universitarias. Las IES son flexibles operativamente en el desarrollo de actividades académicas como proyectos de investigación, convenios de cooperación académica, proyectos de proyección social, entre otros. Las IES son poco flexibles en proyectos estructurales ya que generan costos operativos que tienen que planificarse con anterioridad.

El proceso de transferencia de un modelo organizacional debe realizarse de manera sistemática, no basta con contar con el modelo organizacional, sino que debe contar con una estrategia de acompañamiento para facilitar su apropiación. Este acompañamiento se logra a través del proceso de transferencia que tiene la función de guiar de manera sistemática la implementación del modelo.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Los modelos organizacionales requieren contar con un proceso de transferencia que de manera gradual faciliten la comprensión de los elementos del modelo. Los procesos de transferencia tienen el objetivo de facilitar la apropiación del modelo organizacional que se desea transferir, la conformación de equipos de trabajo interinstitucional y el compromiso de la IES interesada en la implementación del modelo organizacional.

REFERENCIAS

- [1] A. M. Felicísimo, «Conceptos básicos, modelos y simulación.» 2009. [En línea]. Available: http://www6.uniovi.es/~feli/CursoMDT/Tema_1.pdf. [Último acceso: 10 Agosto 2021].
- [2] N. M. Chirinos y S. R. González, «Consideraciones teórico-epistémicas acerca del concepto de modelo.» *Telos*, vol. 13, n° 1, pp. 51-64, 2011.
- [3] J. L. Camarena Martínez, «La organización como sistema: el modelo organizacional contemporáneo.» *Oikos Polis*, vol. 1, n° 1, pp. 135-174., 2016.
- [4] H. L. Montaña, «Cambio y transferencia de modelos organizacionales.» de *VI Jornadas de Sociología de la UNLP*, La Plata, 2010.
- [5] J. M. Herrera Caballero y D. Bernal Domínguez, «Sobre la transferencia de modelos organizacionales.» *Gestión y Política Pública*, vol. 23, n° 2, pp. 331-357, 2014.
- [6] L. Montaña Hirose, «La transferencia de modelos organizacionales Una propuesta analítica El ejemplo de la Administración de la Calidad.» *Administración Y Organizaciones*, vol. 3, n° 05, pp. 9-23, 2019.
- [7] P. Solís, «Cultura organizacional y transferencia de modelos organizacionales: Un proceso complejo de carácter tecnológico y cultural.» de *Argumentos para un debate sobre la modernidad: Aspectos organizacionales y económicos*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1994, p. 218.
- [8] V. Albino, A. Garavelli y M. Gorgoglione, «Organization and technology in knowledge transfer.» *Benchmarking: An International Journal*, vol. 11, n° 6, pp. 584-600, 2004.
- [9] P. Simmonds, D. Dawley, W. Ritchie y W. Anthony, «An Exploratory Examination of the Knowledge Transfer of Strategic Management Concepts from the Academic Environment to Practicing Managers.» *Journal of Managerial Issues*, vol. 13, n° 3, pp. 360-375, 2001.
- [10] H. L. Montaña, «Cambio y transferencia de modelos organizacionales.» de *VI Jornadas de Sociología de la UNLP*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación., La Plata, 2010.
- [11] D. A. MARÍN IDÁRRAGA, «Estructura organizacional y sus parámetros de diseño: análisis descriptivo en pymes industriales de Bogotá.» *Estudios gerenciales*, vol. 28, n° 123, pp. 43-64, 2012.
- [12] J. Pineda, A. Duarte, C. Ponce, O. Mosquera y J. Huaca, «Modelo de transferencia de tecnología ecuatoriano: una revisión.» *Revista UTCiencia*, vol. 3, n° 2, pp. 116-128, 2016.
- [13] M. T. Magallón Diez, «El cambio organizacional a partir de la transferencia de modelos organizacionales propios del sector privado al sector público.» de *Perspectivas de la Administración y la Concepción Organizacional Contemporánea*, México, UNAM, 2013, pp. 218-247.
- [14] M. T. Magallón Diez, «De la transferencia de modelos organizacionales universales a su reapropiación en espacios locales: una mirada al cambio organizacional desde una perspectiva constructiva.» *Gestión y Estrategia*, pp. 9-20, 2006.
- [15] S. T. Morales, «El emprendedor académico y la decisión de crear spin off: un análisis del caso español.» Universidad de Valencia, Valencia, España, 2008.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Blockchain en la cadena de suministros: oportunidades investigativas y empresariales

Javier Parra Peña
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70, Bogotá
+57 6013 239300
jparrap@udistrital.edu.co

Yeny Andrea Niño Villamizar
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70, Bogotá
+57 6013 239300
yaninov@udistrital.edu.co

RESUMEN

La tecnología *blockchain* se manifiesta como prometedora en el contexto de la gestión de la cadena de suministros (SCM), en virtud de sus características distintivas. Este trabajo tiene por objetivo caracterizar la investigación de la vinculación de *blockchain* a la cadena de suministros e identificar oportunidades de desarrollo académico y empresarial. La metodología empleada se basa en el análisis bibliométrico de la relación entre estos dos cuerpos de conocimiento, a partir de la búsqueda de artículos y revisiones en la base de datos Web of Science (WoS), y su procesamiento en los softwares Bibliometrix, VOSviewer y Tree of Science; identificando así: enfoques de investigación, autores representativos y temas más influyentes en estas áreas. Los resultados de la revisión de literatura evidencian la importancia del uso de la tecnología *blockchain* en SCM, por sus contribuciones en la descentralización, la desintermediación, el intercambio de transacciones, la protección contra manipulaciones y la validación de datos entre los miembros de la red; garantizando la transparencia, mejorando la confianza y asegurando la trazabilidad. Si bien la investigación en la relación *blockchain*-SCM está en una etapa incipiente, se espera que conduzca a transformaciones disruptivas en todo tipo de industrias reconfigurando las relaciones tradicionales, que exigirán el desarrollo de esfuerzos conjuntos de la industria y la academia para el avance en su implementación. En el contexto colombiano se visualizan algunos esfuerzos aislados tanto en el sector público como privado, pero se requiere potenciar

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

la investigación para que las organizaciones puedan aprovechar los beneficios entre los que se incluyen: mayor capacidad de respuesta, reducción del tiempo de entrega, reducción de los costes de transacción, mayor visibilidad y, confianza, seguridad y transparencia en la red, entre otros.

ABSTRACT

Blockchain is a promissory technology in Supply Chain Management (SCM) context because of its distinctive features. This work has the objective of characterizing the research about the relationship between blockchain and supply chain and identifying academic and enterprise development opportunities. The employed methodology, based on bibliometric analysis of the relation between these two bodies of knowledge, start from the search of articles and reviews on the Web of Science (WoS) database, and their processing on Bibliometrix, VOSviewer, and Tree of Science software; as a result, we identify the focus research, influential authors and representative themes in both areas. The literature review evidences the importance of using blockchain technology in SCM. Blockchain contributes to decentralization, disintermediation, transactions interchanges, tamper-proof, and data validation among network members. It guarantees transparency, improves trust, and ensures traceability. While research on the blockchain-SCM relationship is in its infancy, we expect this to conduce to disruptive changes in all kinds of industries and reconfigure traditional relationships, which will demand joint efforts from industry and academia to its implantation. In the Colombian context, there are some isolated efforts both in the public and private sectors. However, it is necessary to enhance that research for organizations can take advantage of blockchain benefits, which include: higher responsiveness, delivery time reduction, transaction costs reduction, higher visibility and trust, security, and transparency in the network, etc.

Categorías y Descriptores Temáticos

Information systems: Information systems applications, Enterprise information systems, Enterprise applications



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Sistemas de información: Aplicaciones de sistemas de información, Sistemas de información empresarial, Aplicaciones empresariales.

Términos Generales

Blockchain, cadena de suministros, aplicaciones

Palabras clave

Blockchain, cadena de suministros, bibliometría, aplicaciones

Keywords

Blockchain, supply chain, bibliometrics, implementation

INTRODUCCIÓN

La tecnología *blockchain* se manifiesta como prometedora en el ámbito de la gestión de la cadena de suministros, en virtud de sus características distintivas, por lo cual se presenta un breve marco de referencia de estos campos de conocimiento, con el fin de motivar a la reflexión sobre el uso de esta tecnología emergente en la gestión de la cadena de suministros.

Una cadena de suministros (SC, del inglés *Supply Chain*) es una red de organizaciones que están relacionadas a través de enlaces descendentes (*downstream*) y ascendentes (*upstream*) en los diferentes procesos y actividades que producen valor de acuerdo con las necesidades del consumidor final [1], que entrega productos y servicios, desde materias primas a clientes finales a través de un flujo diseñado de información, distribución física y efectivo[2]

Para Min, et al. (2001) la gestión de la cadena de suministros (SCM, del inglés *Supply Chain Management*) es “...la coordinación sistémica y estratégica de las funciones comerciales tradicionales dentro de una compañía en particular y entre negocios dentro de la cadena de suministro, con el propósito de mejorar el desempeño a largo plazo de las compañías individuales y la cadena de suministro en general”. Para ellos, la *Orientación de la cadena de suministro (SCO, del inglés Supply Chain Orientation)*, que consiste en el reconocimiento por parte de una organización de las implicaciones sistémicas y estratégicas de las actividades estratégicas y tácticas involucradas en la gestión de los diversos flujos en la cadena de suministro, se constituye en un antecedente importante de SCM [3]. La gestión de la cadena de suministros incluye también la coordinación y colaboración con socios de canal, que pueden ser proveedores, intermediarios, proveedores de servicios externos y clientes. En esencia, SCM integra la gestión de la oferta y la demanda dentro y entre las empresas.

Blockchain es una tecnología reciente, definida como: *un libro de contabilidad o libro de contabilidad digital distribuido* [4] ; *una estructura de datos distribuidos que se replica y comparte entre los miembros de una red* [5]; *un método de registro de información digital utilizando un enfoque de libro de registro con las siguientes características esenciales: 1-Ordenado, 2-Incremental, 3-Verificable criptográficamente (hasta un bloque determinado) y 4-Digital* [6].

Blockchain es un sistema totalmente distribuido para capturar y almacenar criptográficamente un registro de eventos de transacciones secuenciales, constante e inmutable entre actores en red. Funcionalmente es similar a un libro contable distribuido, consensualmente mantenido, actualizado y validado por las partes involucradas en todas las transacciones dentro de una red. Así, la tecnología blockchain refuerza la transparencia y garantiza un consenso eventual en todo el sistema sobre la validez de todo un historial de transacciones [7]. La tecnología *blockchain*, además de procesar transacciones monetarias, también puede garantizar que las transacciones cumplan con reglas programables en forma de *contratos inteligentes* [8], lo que permite que incluso las partes que no confían plenamente entre sí realicen y controlen de forma fiable las transacciones mutuas sin depender de los servicios de intermediarios de confianza [7].

Por funcionar como un *libro de registro digital de transacciones*, caracterizado por la descentralización, la desintermediación, el intercambio de transacciones, la protección contra manipulaciones y la validación de datos entre los miembros de la red; el término *blockchain* se asocia con la desintermediación de transacciones, eso es, sin una autoridad central que valide y ofrezca credibilidad a las mismas. *Blockchain* se construye como una cadena de bloques que se van añadiendo, en la que cada bloque tiene una copia de todas las transacciones y no se puede modificar, la tecnología garantiza la transparencia y mejora la confianza en la red[8][9]. Cada bloque se enlaza con el bloque anterior, asegurando la trazabilidad, pues se valida la información de los bloques anteriores hasta el primer bloque que inició un proceso [10]

Se espera que *blockchain* en el contexto de SCM, conduzca a transformaciones disruptivas en todo tipo de industrias, reconfigurando las relaciones tradicionales, especialmente mediante la desintermediación de las transacciones, resultante de la adopción de contratos inteligentes con los cuales se tendrá mayor capacidad de respuesta, reducción del tiempo de entrega, reducción de los costos de transacción, mayor visibilidad y, confianza, seguridad y transparencia en la red [10]. Si bien la investigación en la relación *blockchain-SCM* está en una etapa incipiente, se evidencian diversas aplicaciones en sectores como: transporte, industria de energía eléctrica, mejora de la seguridad, SCM tradicional (distribución), educación, transacciones de contratos inteligentes, gobernanza, comercio de emisiones, sistemas de salud e información comercial[10].

Blockchain promete transformar los modelos comerciales establecidos, por ejemplo, está remodelando la seguridad del producto gracias a las mejoras en la trazabilidad y; está cambiando las relaciones entre clientes y organizaciones y, las relaciones de empresa a empresa sin intermediarios para validar las transacciones. Además, en el marco de la Industria 4.0, se espera que continúe impactando significativamente áreas tradicionales como la fabricación[10].

Este trabajo tiene como **objetivo** identificar el desarrollo del campo de investigación de *blockchain* en la cadena de suministro, mediante la clasificación de la literatura y la determinación de su estructura y tendencias clave, así como resaltar la potencialidad del trabajo en esta área, a nivel general y de manera específica, en



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

algunos sectores en Colombia. Para cumplir con este propósito, se emplea una metodología de análisis bibliométrico siguiendo un enfoque orientado a identificar la estructura y los aspectos dinámicos del campo de conocimiento[11]. De esta manera, este documento presenta los resultados de un análisis bibliométrico de la relación *blockchain* - cadena de suministro, utilizando la base de datos Web of Science (WoS) y los softwares Bibliometrix[12], VOSviewer [13] y Tree of Science (ToS)[14].

El documento está estructurado en tres apartados; el primero, describe el método, detallando los criterios de búsqueda y el software empleado para el análisis; el segundo, presenta los resultados del análisis bibliométrico de la literatura y algunos retos que se han documentado en cadenas de suministro en Colombia. Finalmente, el tercero, establece las conclusiones y oportunidades de investigación en el área.

METODOLOGÍA

Para el análisis de la literatura se emplea un enfoque bibliométrico, a partir de mapas que representan las conexiones dentro del campo de investigación [15] y que son construidos utilizando los softwares Bibliometrix y VOSviewer, para identificar enfoques de investigación, autores representativos y términos que más influyen en un dominio de conocimiento [16].

Estos resultados se complementan con el software ToS, el cual fue desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia-Manizales, con el objetivo de disminuir la búsqueda de artículos fundamentales en un área del conocimiento[14]. Esta metodología se basa en un análisis de redes de citas para identificar autores y artículos destacados en un campo de estudio, mediante algoritmos basados en la teoría de grafos [14].

Los documentos para el análisis se obtienen en la base de datos *Web of Science* (WoS), en la cual se pueden seleccionar los artículos académicos que son de mayor importancia en un campo de investigación determinado[17]. Se utilizan como criterios de búsqueda en el título, los términos “*supply chain*” y “*blockchain*”, y se aplican el filtro de tipo de publicación, artículos y revisiones. Como resultado se obtienen 258 artículos para los análisis posteriores.

Teniendo en cuenta que, en la revisión de literatura, no se evidencian resultados relacionados en Colombia, se realiza una búsqueda de documentos académicos en *Google Scholar*, que integran SC, *blockchain* y Colombia. Se seleccionan los que hacen referencia a usos actuales o potenciales del *blockchain* en la gestión de cadenas de suministro.

RESULTADOS

Caracterización general

En la figura 1 se establece el comportamiento del número de publicaciones por año, considerando de manera conjunta las áreas de *blockchain* y SC. Se observa que es un área de

investigación reciente, con un registro de los primeros artículos publicados en el año 2017; y a partir de allí con un comportamiento ascendente, lo cual puede considerarse un reflejo de la importancia que ha adquirido. Particularmente el año 2020, se destaca con 109 publicaciones, que representan el 42.25% del total.

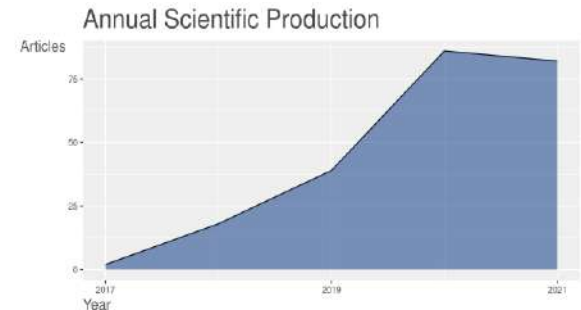


Figura 1. Producción científica anual en las áreas de blockchain y SC

Fuente: Elaboración propia con el software Bibliometrix

Con respecto al número de publicaciones por países, se ubican en los cinco primeros lugares: China (53), Estados Unidos (43), India (28), Reino Unido (18) e Italia (12). Gráficamente se representa en la figura 2, en la cual los documentos etiquetados como SCP (*single country publication*) corresponden a intra país y MCP (*multiple country publication*) entre países.

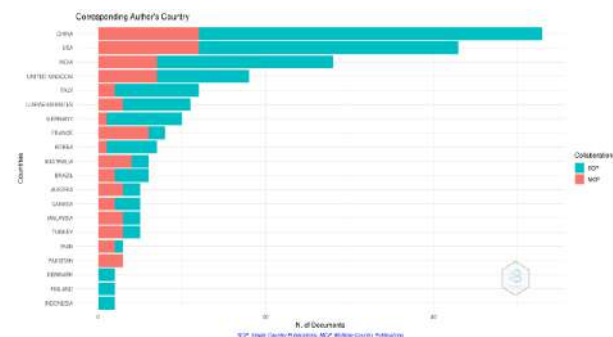


Figura 2. Producción científica por países

Fuente: Elaboración propia con el software Bibliometrix

Artículos destacados

De los resultados obtenidos, la tabla 1 relaciona los cinco artículos que registran la mayor cantidad de citaciones en las revistas incluidas en WoS, lo cual puede considerarse como un indicador de importancia en el área, más si se tiene en cuenta que la aplicación de tecnologías *blockchain* en el contexto de SCM aún se encuentra en sus etapas iniciales [18].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Tabla 3. Artículos más citados en el área

Documento (Citaciones)	Enfoque del artículo
Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. <i>International Journal of Production Research</i> , 57(7), 2117–2135. (419)	Estudia los desafíos, obstáculos, beneficios y aplicaciones de la adopción de <i>blockchain</i> en la cadena de suministro sostenible
Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. <i>International Journal of Information Management</i> , 39, 80–89. (376)	Ilustra el impacto de <i>blockchain</i> en SCM, en áreas como: el costo, la calidad, la velocidad, la confiabilidad, la reducción de riesgos, la sostenibilidad y la flexibilidad
Kim, H. M., & Laskowski, M. (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. <i>Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management</i> , 25(1), 18–27. (168)	Detallar los esfuerzos hacia el desarrollo de una cadena de <i>blockchain</i> basada en ontología para la procedencia de la cadena de suministro
Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. <i>International Journal of Information Management</i> , 46, 70–82. (166)	Comprender el comportamiento de la adopción de <i>blockchain</i> individual en el campo de la cadena de suministro y la logística en India y los EE. UU.
Francisco, K., & Swanson, D. (2017). Explorar la adopción por parte de los usuarios de tecnologías <i>blockchain</i> en aplicaciones de trazabilidad de la cadena de suministro	Explorar la adopción por parte de los usuarios de tecnologías <i>blockchain</i> en aplicaciones de trazabilidad de la cadena de suministro

Fuente: Elaboración propia

Autores representativos

Con respecto al análisis de los co-autores, el cual contribuye a identificar redes científicas basadas en colaboración [19], la figura 3 presenta los resultados obtenidos, considerando un criterio de mínimo 2 documentos de un autor. En ella se observa la independencia en los trabajos, lo cual puede obedecer a que es un área de reciente investigación [10] y que estas redes científicas pueden estar en proceso de consolidación.

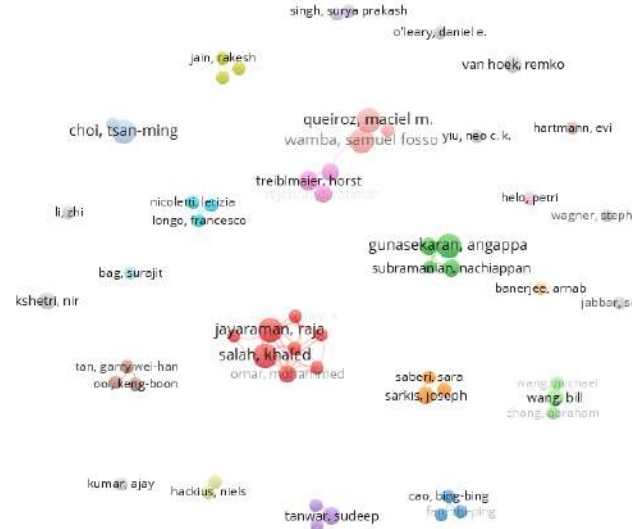


Figura 3. Red científica basada en co-autorías
Fuente: Elaboración propia con el software VosViewer

En lo que respecta al número de autores co-citados, en la revisión se registran 24 con un criterio de mínimo 40 citaciones. La co-citación representa la frecuencia con la que dos unidades de análisis son citadas por otros documentos posteriores a ellas. Un supuesto fundamental del este análisis es que cuanto más dos elementos se citan juntos, más probable es que su contenido esté relacionado [19]. En este caso, se divide en dos grupos de autores como se representa en la figura 4; en el de color rojo se ubican aquellos que desarrollan con más fuerza el tema de *blockchain* y, en el azul, la cadena de suministros; en la medida que se acercan al centro, se refleja un mayor vínculo de estos dos cuerpos de conocimiento.

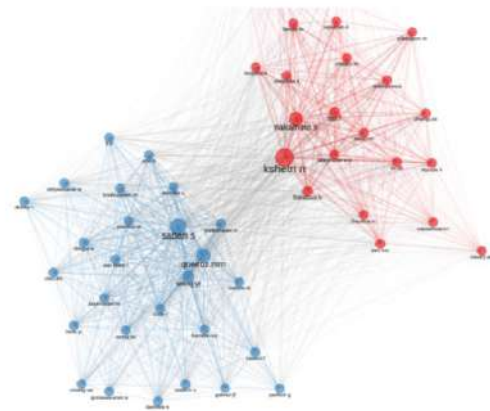


Figura 4. Estructura intelectual del área basada en autores co-citados
Fuente: Elaboración propia con el software Bibliometrix



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Temas: relevancia y desarrollo

Para el análisis de redes temáticas se emplean las palabras clave definidas por los autores de los trabajos. Como resultado se genera la red que se presenta en la figura 5, en la cual se calcula la similitud a partir de la co-ocurrencia de las palabras clave identificadas en el conjunto de publicaciones[20], que se disponen en cuatro categorías de acuerdo con el grado de desarrollo y el grado de relevancia. El primer cuadrante (motores), ubica los temas desarrollados y relevantes para el dominio de conocimiento, que en este caso se relacionan con la gestión de la cadena de suministro y adopción de tecnologías. El segundo cuadrante se ubican los temas nicho, que tiene un rol marginal en el desarrollo de campo de conocimiento, y que para el área están asociados a la tecnología (internet de las cosas, tecnologías de la información y ciberseguridad). El cuarto cuadrante, presenta los temas importantes pero que aún están poco desarrollados, y que pueden interpretarse como potencialidades de investigación, que incluyen *blockchain*, trazabilidad, desempeño de la cadena de suministro y barreras.

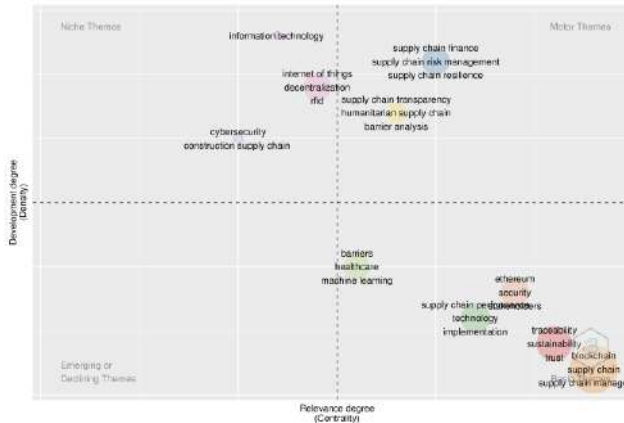


Figura 5. Temas en la relación *blockchain*-SC: relevancia y desarrollo

Fuente: Elaboración propia con el software Bibliometrix

Estructura del área

Con el fin de identificar los artículos fundamentales en la relación *blockchain*-SC, la herramienta ToS produce 90 documentos, divididos en 20 artículos en la raíz, 20 en el tronco y 50 en las hojas, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Árbol de la ciencia

Hojas

Meidute-Kavaliauskiene, I. (2021) Wong, S. (2021) Khanfar, AAA. (2021) Dede, S. (2021) Boutkhoum, O. (2021) Yin, WL. (2021) Al-Rakhani, MS. (2021) Wang, M. (2020) Omar, IA. (2021) Kopyto, M. (2020) Sundarakani, B. (2021) Awan,

S. (2021) Patil, A. (2021) Bayramova, A. (2021) Mubarik, M. (2021) Benzidia, S. (2021) Abidi, MH. (2021) Varriale, V. (2021) Bamakan, SMH. (2021) Yu, H. (2021) Ozdemir, AI. (2021) Omar, IA. (2020) Li, JY. (2020) Liu, ZY. (2021) Reddy, KRK. (2021) Ghode, DJ. (2021) Al-Farsi, S. (2021) Sabbagh, P. (2021) Yadav, S. (2021) Rao, SK. (2021) Alazab, M. (2021) Vikaliana, R. (2021) Liu, PD. (2021) Bragadeesh, SA. (2020) Tezel, A. (2021) Mehta, D. (2021) Hijazi, AA. (2021) Chai, Y. (2021) Latif, RMA. (2021) Lou, MH. (2021) Subramanian, G. (2021) Marchini, DMF. (2020) Lu, WS. (2021) Xue, XF. (2021) Lysanikovi, NV. (2020) dos Santos, RB. (2021) Hu, SS. (2021) Mukhtar, A. (2020) Dolgui, A. (2020) Mahyuni, LP. (2020)

Tronco

Park A. (2021) Queiroz MM. (2019) Saberi S. (2019) Dutta P. (2020) Wamba SF. (2020) Di Vaio A. (2020) Wong, LW. (2020) Rejeb, A. (2021) Liu ZY. (2020) Francisco K. (2018) Kshetri N. (2018) Ali MH. (2021) Kamble SS. (2020) Cole R. (2019) Manupati VK. (2020) Kouhizadeh M. (2021) Kim HM. (2018) Treiblmaier H. (2018) O'Leary DE. (2017) Toyoda K. (2017)

Raíz

Nakamoto S. (2008) Wang YL. (2019) Christidis K. (2016) Lansiti M. (2017) Wang YL. (2019) Lu QH. (2017), Swan M. (2015) Kamble S. (2019) Crosby M. (2016) Ivanov D. (2019) Galvez JF. (2018) HY. (2017) Reyna A. (2018) Yli-Huumo J. (2016) Tian F. (2017) Underwood S. (2016) Dolgui A. (2020) Casado-Vara R. (2018)

Fuente: elaboración propia

Los artículos ubicados en la raíz del “árbol de la ciencia”, se pueden identificar como investigaciones que le dan soporte a la teoría del área del conocimiento que se está revisando[21], y que para este caso contiene los artículos seminales de *blockchain*, como es el caso de Nakamoto.

Los artículos que se encuentran en el tronco, son los que le comienzan a dar forma a la teoría, son más específicos en el tema y con el tiempo se han convertido en referentes [14]. De los resultados, se destaca que los cinco (5) artículos más citados (ver tabla 1) están contenidos en esta parte del árbol, ratificando su importancia en el área. En la parte de las hojas, se ubican las diferentes perspectivas con las que se ha desarrollado el tema [14], en la integración de *blockchain*-SC, se ubican 50 trabajos asociados con las palabras clave: tecnología, gestión, cambios, internet y desempeño. El número de trabajos en esta parte, puede considerarse como indicativo del desarrollo de la investigación que está teniendo el área.

Aplicaciones del *blockchain*

En el contexto global, se encuentran documentadas algunas experiencias de integración de *blockchain*-SCM, destacándose como una aplicación significativa la industria de la energía eléctrica, por la reducción de costos, el seguimiento, la



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

visibilidad y la mejora de la seguridad [5] [22] [23]; por lo que debería ser un punto de referencia para académicos y profesiones [10]. La aplicación en esta industria está basada en un modelo tradicional de bitcoin en el que las redes inteligentes ofrecen un mercado descentralizado donde los prosumidores (productores de energía y consumidores al mismo tiempo) pueden negociar con otros consumidores sin intermediarios [24].

Para el caso colombiano, en la industria de la energía eléctrica es posible referenciar el trabajo “uso de contratos inteligentes en la comercialización de la energía eléctrica en Colombia bajo la tecnología Blockchain” [25], que tuvo como objetivo desarrollar un conjunto de mecanismos transaccionales para aumentar la funcionalidad de los contratos actuales entre comercializadores y usuarios.

En la cadena de suministro farmacéutica, *blockchain* podría fortalecer los procedimientos para detectar medicamentos falsos en el comercio mundial [10]. En la revisión en Colombia, en el área de la salud se evidencia una propuesta del uso de esta tecnología para mejorar el proceso de consulta médica, al implementar una historia clínica familiar, para permitir a todas las partes involucradas tomar las mejores decisiones de los tratamientos a seguir [26].

En los sistemas de transporte inteligentes *blockchain* puede mejorar la seguridad. Fortalecer la seguridad de IoT y CPS tecnologías líderes en la Industria 4.0, mejorará la seguridad en toda la cadena de suministro [10]. Un análisis de las implicaciones de esta tecnología, en el sector de transporte y logística en Colombia, desde la perspectiva legal de los documentos empleados en los contratos de transporte de mercancía, está disponible en [27], en el cual se concluye que desde esta perspectiva, no hay ningún tipo de restricción para su implementación.

Otros hallazgos en el contexto nacional, están enfocados al diseño e implementación de una herramienta software para un sistema de facturación electrónica [28]; y, el análisis de la funcionalidad y compatibilidad de estas tecnologías en el sector de las compras públicas, en el marco de la premisa de transformación digital del Estado, reconociendo los beneficios que puede traer su implementación desde el punto de vista de la eficiencia y la transparencia, pero advirtiendo que constituye un desafío desde la perspectiva de los riesgos para los derechos fundamentales de las personas [29].

Oportunidades para la interrelación de la academia y la empresa en el contexto de Blockchain

Comunidades de *blockchain* disponibles (como *Ethereum* o *Hyperledger Fabric*) permiten administrar implícitamente una red de pares distribuida, e implementan diferentes mecanismos de consenso para la criptografía, para la captura y el

almacenamiento de las transacciones y sus datos adjuntos, y lenguajes de programación para la creación de contratos inteligentes de funcionalidad empresarial inmutable o dinámica (Glaser 2017). (Risius y Spohrer, 2017, p. 386)

Hyperledger

Hyperledger es el resultado de una colaboración global, organizada por *The Linux Foundation*, que incluye líderes en finanzas, banca, internet de las cosas, cadenas de suministro, manufactura y tecnología. Posee una oferta de servicios que incluye: seminarios web, videos, entrenamiento y certificación, tutoriales, recursos de código abierto, estudios de caso, libros blancos, investigación, etc. La academia, a través de las instituciones educativas, enseñarán las habilidades necesarias, investigarán nuevos usos y ayudarán a dar forma a la dirección de *blockchain* empresarial [30].

El desarrollo de tecnologías *blockchain* en la comunidad de Hyperledger, implica proyectos de código abierto, lo que significa que se puede descargar y utilizar el software de forma gratuita sin unirse a Hyperledger.

Se desarrollan aplicaciones en diferentes sectores, entre las que se incluyen:

- Soluciones de identidad en el sector bancario, en las cuales se comparte solo la información requerida por los bancos para tomar decisiones de crédito, garantizando la verdad, generando confianza en el prestamista y satisfaciendo las presiones de los reguladores.
- Varios proyectos de Hyperledger brindan características y funciones que pueden ayudar a construir soluciones de *blockchain* efectivas para el procesamiento posterior a la negociación. La construcción de reglas complejas utilizando un lenguaje preferido y exponiendo solo las funciones apropiadas al contexto, permite contratos inteligentes más seguros, lo que también fortalece la privacidad, al poner a los participantes en control de sus identidades de red y cualquier atributo que decidan revelar.
- En la práctica médica moderna, como la acreditación, que garantiza la competencia y fiabilidad de los médicos. La acreditación proporciona un buen caso de uso para estas tecnologías, para simplificar y agilizar el proceso.
- La cadena de suministro como ámbito natural de casos de uso para *blockchain*, debido a que hay tantas transacciones entre las partes (proveedor, logística, mayorista, minorista) y debido a que las distintas partes mantienen puntos de vista independientes de su historial de transacciones, a menudo hay problemas que requieren la resolución de disputas. Por la fragmentación que puede tener la cadena de suministro, puede resultar difícil el rastreo de la procedencia o ubicación de los materiales, problemas de fraude y robo de material. Sin embargo, al compartir información de forma segura y reducir el riesgo de manipulación, los participantes en una red impulsada por *blockchain* de la cadena de suministros pueden obtener recompensas significativas en términos de transacciones más eficientes y precisas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Hiperledger facilita la participación de los académicos (Profesores, estudiantes e investigadores), al considerar que las universidades desempeñan un papel fundamental en la transformación que está impulsando la tecnología *blockchain*. Las instituciones educativas deberán enseñar las habilidades necesarias, investigar nuevos usos y ayudar a dar forma a la dirección de este movimiento. Hyperledger busca unir los mundos académico y empresarial, sirviendo como plataforma para la investigación de tecnologías de vanguardia.

Ethereum

Ethereum es una tecnología desarrollada para albergar dinero digital, pagos globales y aplicaciones. Se trata de una economía digital abierta a todos, desarrollada por una comunidad, en la que sólo se requiere de Internet para acceder a ella[31].

Miles de millones de personas han sido excluidas del sistema financiero, y no pueden abrir cuentas bancarias o se les bloquean los pagos. Ethereum posee un sistema de finanzas descentralizadas (DeFi) que nunca duerme ni discrimina que, con solo una conexión a Internet, permite enviar, recibir, pedir prestado, ganar intereses e incluso transferir fondos a cualquier parte del mundo. Además, todo activo puede representarse, negociarse y utilizarse como tokens no fungibles (NFT), e incluso servir de garantía para obtener un préstamo.

Hoy, se tiene acceso a servicios de Internet "gratuitos" cediendo el control de nuestros datos personales. Los servicios de Ethereum son abiertos de forma predeterminada, solo necesita una billetera, estos servicios son gratuitos, fáciles de configurar, controlados por el usuario, y funcionan sin ninguna información personal.

Ethereum es una comunidad que incluye personas de diferentes orígenes y habilidades: desarrolladores (áreas de herramientas, documentación e infraestructura), investigadores y académicos (matemáticas, criptografía o economía, etc.), personas con habilidades no técnicas (tomar notas para las llamadas de la comunidad, traducción de textos, etc.), contadores o profesionales financieros (muchos problemas contables novedosos), gerentes de producto y marketing, etc.; lo cual puede significar una oportunidad para atender las necesidades de las empresas.

CONCLUSIÓN

La integración *blockchain*-SCM se manifiesta como una tecnología disruptiva que afecta a toda la red desde una perspectiva global. Se espera que un aumento en la desintermediación, resultante de la adopción de contratos inteligentes, contribuya a mejoras de SCM en: mayor capacidad de respuesta, reducción del tiempo de entrega, reducción de los costes de transacción, mayor visibilidad y confianza, seguridad y transparencia en la red. Esta tecnología innovadora en la trazabilidad de los bienes mejorará la transparencia de la red, reduciendo los costes de los procesos de monitoreo (Wu et al., 2017) citado por [10]

La capacidad y la flexibilidad de *blockchain*, hace que esta tecnología sea de potencial aplicación a diferentes contextos de SCM, como rastrear y brindar visibilidad a través de toda la cadena de suministro, optimizando el flujo de información y reduciendo los costes; respaldar la información de seguimiento de envíos de igual a igual para proveedores y clientes mejorando la visibilidad de la distribución física de la cadena de suministro.

Si bien se observa la relación *blockchain*-SCM en áreas de SCM bien establecidas (Distribución de SCM, trazabilidad de productos, sistemas de transporte inteligentes y esfuerzos contra la falsificación), aún existen áreas por desarrollar (gestión de inventarios y almacenes, modelado de redes, problemas de rutas de vehículos, tamaño de producción / lote, gestión de relaciones con los clientes, adquisiciones, calidad, etc.) [10].

Las aplicaciones *blockchain*-SCM se encuentran en etapas iniciales en las industrias latinoamericanas y africanas, lo que podría ser una de las razones de la limitada conciencia sobre la relevancia, el desarrollo, la implementación y los beneficios asociados con esta tendencia, que exigirá además desarrollar nuevas habilidades de los trabajos para permitir esta integración[10]

Finalmente, la futura integración *blockchain*-SCM transformará las relaciones en los contextos de empresa a empresa, de empresa a cliente y de cliente a cliente. La integración *blockchain*-SCM es una tecnología de vanguardia que aún se encuentra en sus primeras etapas, aunque la literatura disponible ya ha empezado a documentar sus primeros efectos. En consecuencia, los modelos comerciales actuales pronto podrían quedar obsoletos, lo que debería constituir un tema de reflexión para todas las partes interesadas (empresas, gobierno, universidades, etc.).

Este documento contribuye a establecer un punto de apoyo para el trabajo conjunto que deben desarrollar la academia y la empresa, al mostrar una estructura conceptual del área de investigación, reunir en un sólo documento algunos esfuerzos y potencialidades de trabajo en Colombia aparentemente aislados, y presentar dos de las comunidades más representativas del desarrollo de *blockchain*.

REFERENCIAS

- [1] H. Stadler and C. Kilger, Eds., *Supply Chain Management and Advanced Planning*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [2] APICS, "Supply Chain Terms and Definitions / APICS Dictionary & App," *APICS Dictionary*. 2018, Accessed: Mar. 11, 2020. [Online]. Available: <http://www.apics.org/apics-for-individuals/publications-and-research/apics-dictionary>.
- [3] S. Min, Z. G. Zacharia, and C. D. Smith, "Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future," *J. Bus. Logist.*, vol. 40, no. 1, pp. 44–55, Oct. 2019, doi: 10.1111/jbl.12201.
- [4] W. Al-Saqaf and N. Seidler, "Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead," *J. Cyber Policy*, vol. 2, no. 3, pp. 338–354, Sep. 2017, doi: 10.1080/23738871.2017.1400084.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [5] K. Christidis and M. Devetsikiotis, "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things," *IEEE Access*, vol. 4, pp. 2292–2303, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2566339.
- [6] D. Conte de Leon, A. Q. Stalick, A. A. Jillepalli, M. A. Haney, and F. T. Sheldon, "Blockchain: properties and misconceptions," *Asia Pacific J. Innov. Entrep.*, vol. 11, no. 3, pp. 286–300, Jan. 2017, doi: 10.1108/APJIE-12-2017-034.
- [7] M. Risius and K. Spohrer, "A Blockchain Research Framework," *Bus. Inf. Syst. Eng.*, vol. 59, no. 6, pp. 385–409, 2017, doi: 10.1007/s12599-017-0506-0.
- [8] F. Tschorsch and B. Scheuermann, "Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 18, no. 3, pp. 2084–2123, 2016, doi: 10.1109/COMST.2016.2535718.
- [9] K. Francisco and D. Swanson, "logistics The Supply Chain Has No Clothes: Technology Adoption of Blockchain for Supply Chain Transparency," *Logistics*, 2017, doi: 10.3390/logistics2010002.
- [10] M. M. Queiroz, R. Telles, and S. H. Bonilla, "Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature," *SUPPLY Chain Manag. Int. J.*, vol. 25, no. 2, pp. 241–254, 2020, doi: 10.1108/SCM-03-2018-0143.
- [11] J. M. Gil-Barragan, J. A. Belso-Martínez, and F. Mas-Verdú, "Bibliometric analysis of the theory of effectuation and the internationalisation of small and medium-sized enterprises," *Eur. J. Int. Manag.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.1504/EJIM.2020.10026119.
- [12] M. Aria and C. Cuccurullo, "bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis," *J. Informetr.*, vol. 11, no. 4, pp. 959–975, Nov. 2017, doi: 10.1016/J.JOI.2017.08.007.
- [13] N. J. Van Eck, L. Waltman, and (Leiden/University), "VOSviewer." Leiden University, Leiden (Netherlands), p. 53, 2021, [Online]. Available: <https://www.vosviewer.com/>.
- [14] S. Robledo Giraldo, G. Osorio Zuluaga, and C. Lopez Espinosa, "Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos," *Rev. vínculos*, vol. 11, no. 2, pp. 6–16, Dec. 2014, doi: 10.14483/2322939X.9664.
- [15] M. J. Cobo, M. A. Martínez, M. Gutiérrez-Salcedo, H. Fujita, and E. Herrera-Viedma, "25 years at Knowledge-Based Systems: A bibliometric analysis," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 80, pp. 3–13, May 2015, doi: 10.1016/J.KNOSYS.2014.12.035.
- [16] G. Cantos Mateos, "Localización y visualización de las principales líneas de investigación a través del análisis de co-palabras y del análisis de redes sociales. {Propuesta} metodológica para la delimitación temática de dominios científicos," 2017, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10017/37614>.
- [17] R. Merli, P. Michele, and A. Acampora, "How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review," *J. Clean. Prod.*, vol. 178, pp. 703–722, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.112.
- [18] M. M. Queiroz and S. Fosso Wamba, "Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 46, pp. 70–82, Jun. 2019, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2018.11.021.
- [19] I. Zupic and T. Čater, "Bibliometric Methods in Management and Organization," *Organ. Res. Methods*, vol. 18, no. 3, pp. 429–472, 2015, doi: 10.1177/1094428114562629.
- [20] J.-R. López-Robles *et al.*, "El profesional de la información (EPI): Bibliometric and thematic analysis (2006-2017)," *El Prof. la Inf.*, vol. 28, no. 4, 2019, doi: 10.3145/epi.2019.jul.17.
- [21] J. E. Hernández-Betancur, I. Montoya-Restrepo, and L. A. Montoya-Restrepo, "The tree of science of deliberate and emergent strategies," *IIMB Manag. Rev.*, vol. 32, no. 4, pp. 413–433, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.IIMB.2020.12.004.
- [22] V. Shermin, "Disrupting governance with blockchains and smart contracts," *Strateg. Chang.*, vol. 26, no. 5, pp. 499–509, 2017, doi: <https://doi.org/10.1002/jsc.2150>.
- [23] Y. Zhang and J. Wen, "The IoT electric business model: Using blockchain technology for the internet of things," *Peer-to-Peer Netw. Appl.*, vol. 10, no. 4, pp. 983–994, 2017, doi: 10.1007/s12083-016-0456-1.
- [24] E. Mengelkamp, B. Notheisen, C. Beer, D. Dauer, and C. Weinhardt, "A blockchain-based smart grid: towards sustainable local energy markets," *Comput. Sci. - Res. Dev.*, vol. 33, no. 1, pp. 207–214, 2018, doi: 10.1007/s00450-017-0360-9.
- [25] O. A. Arias-Villa, "Uso de contratos inteligentes en la comercialización de energía eléctrica en Colombia bajo la tecnología Blockchain," Medellín - Minas - Maestría en Ingeniería - Ingeniería Eléctrica, 2019.
- [26] D. Mellizo Gomez and J. Minú Dussán, "Modelo basado en Blockchain para la implementación de una historia clínica electrónica familiar," *Rev. Investig. en Tecnol. la Inf.*, vol. 8, no. 16, pp. 10–22, Dec. 2020, doi: 10.36825/riti.08.16.002.
- [27] J. Franco Zárate, "Blockchain en el transporte y la logística: consideraciones sobre el eventual empleo de dicha tecnología para reemplazar los documentos físicos o 'en papel' en el transporte de carga en Colombia," Universidad Externado de Colombia, 2021, pp. 464–496.
- [28] B. García, M. A. Sánchez, J. Abadía, B. García, M. A. Sánchez, and J. Abadía, "Herramienta web con tecnología de cadena de bloques para un sistema de facturación electrónica en Colombia," *Inf. tecnológica*, vol. 32, no. 3, pp. 15–24, Jun. 2021, doi: 10.4067/S0718-07642021000300015.
- [29] G. Lozano Villegas, "Compras públicas y nuevas tecnologías: reflexiones en torno a la implementación del blockchain, el big data y la Inteligencia Artificial en el Sistema Colombiano de Compras Públicas," Universidad Externado de Colombia, 2021, pp. 364–389.
- [30] The Linux Foundation, "Hyperledger Fabric," 2017. .
- [31] Ethereum and Foundation, "Ethereum project," 2015. .



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Diseño de un sistema de gestión del conocimiento para competencias digitales

Juan Carlos Guevara B
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
ORCID:0000-0001-9580-0374
jcguevarab@udistrital.edu.co

Gloria Andrea Cavanzo N
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
ORCID: 0000-0002-8631-3459
gacavanzon@udistrital.edu.co

Luis Felipe Wanumen Silva
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
ORCID: 0000-0002-8877-5681
lwanumen@udistrital.edu.co

RESUMEN

El presente artículo tiene el propósito de describir el trabajo realizado y los resultados obtenidos del diseño de un sistema de gestión del conocimiento (SGC) para apoyar el desarrollo de las competencias digitales de los profesores de las Instituciones de Educación Superior (IES). El SGC es el resultado de la ejecución del proyecto de investigación “*Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para apoyar el desarrollo de competencias digitales*”. El SGC es una herramienta que permite administrar el conocimiento generado por los profesores de las IES en las diferentes actividades que realizan y que son apoyadas con el uso de TIC. El SGC tiene dentro de sus objetivos apoyar la validación del modelo de gestión del conocimiento diseñado en el proyecto de investigación. En el artículo se presentan los referentes conceptuales que soportaron el proceso de diseño, los objetivos propuestos del trabajo realizado, la descripción de las etapas del proceso de diseño el sistema y los resultados obtenidos.

Categorías y Descriptores Temáticos

Tecnología, educación y modelos de aprendizaje en la digitalización del conocimiento. Tendencias, retos y tecnologías en la educación.

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

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia. Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Términos Generales

Conocimiento, gestión del conocimiento, competencias, competencias digitales, sistema de gestión del conocimiento, sistema de gestión del conocimiento para competencias digitales.

Palabras clave

Conocimiento, gestión del conocimiento, competencias, competencias digitales, sistema de gestión del conocimiento, sistema de gestión del conocimiento para competencias digitales.

INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos en un mundo globalizado y en rápida evolución, donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han extendido rápidamente generando cambios en la economía, el mercado laboral y nuestras sociedades a un ritmo sin precedentes. Las TIC se han convertido en un factor fundamental para las personas, organizaciones, las empresas y los gobiernos las cuales son utilizadas para generar crecimiento, productividad, competitividad y capacidad innovadora. Las TIC están cambiando el trabajo que realizan las personas: mientras que hace unas décadas la aplicación de las TIC solo afectaba a un conjunto reducido de ocupaciones, ahora la mayoría de los trabajadores utilizan las TIC e Internet como parte de sus trabajos. [1] La alfabetización en TIC se convierte factor de importancia crítica para a mayoría de las personas que ocuparán los trabajos del futuro. [2]

La aplicación de las TIC y la Internet en las diferentes actividades de la economía y la sociedad están transformando digitalmente a todos los sectores de la economía (industrias, agricultura, turismo, comercio, educación, otros), los servicios existentes, la forma en que se diseñan y entregan los productos y servicios, los paradigmas y modelos comerciales, las relaciones sociales, las formas de trabajo, entre otros. [1] Las competencias digitales se están volviendo fundamentales para las personas que requieran interactuar, trabajar y aprender en la sociedad actual. Las organizaciones, empresas e instituciones del Estado requieren una amplia gama de ocupaciones que van desde personas que realicen



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

trabajos elementales hasta gerentes que tengan competencias digitales para realizar sus actividades. [2] Las oportunidades de empleo y el desempeño económico de las personas dependen cada vez más de sus competencias digitales. Una estrategia orientada al desarrollo de competencias digitales en las personas les permite participar activamente en las actividades de la economía y la sociedad facilita la inclusión de las personas.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) se enfrentan al desafío de aprovechar las TIC y la Internet para incorporarlas en sus procesos de enseñanza y aprendizaje para atender las necesidades del mercado laboral que requieren las organizaciones, empresas e instituciones del Estado de una economía y sociedad digital. Las IES deben brindar las condiciones necesarias a sus profesores y estudiantes para aprovechar los beneficios de las oportunidades que ofrecen las TIC e Internet y de esta manera atender las necesidades que genera la economía y la sociedad digital. Los profesores de las IES con mayor frecuencia utilizan las TIC e Internet para preparar el material de sus lecciones, mejorar las interacciones con sus estudiantes, fortalecer los procesos pedagógicos y mejorar las actividades de evaluación. [1] Los estudiantes de las IES esperan mayor personalización y colaboración, mejores vínculos entre lo que aprenden con las nuevas necesidades del mundo laboral y las bases para un aprendizaje permanente. [1]

El desarrollo de la economía y sociedad digital hacen imperativo adquirir las competencias digitales necesarias para el empleo y la participación en la sociedad. El desarrollo de competencias digitales en profesores y estudiantes de las IES ha sido afectado por factores como: la escasez de información sobre cómo se implementan las competencias digitales en los lugares de trabajo, los factores de motivación para aprender nuevas competencias digitales, los vínculos entre las competencias digitales de la fuerza laboral con la productividad laboral y la formación permanente que deben tener los nuevos profesionales. [2] Una alternativa para atender los factores que han afectado el desarrollo de las competencias digitales de profesores y estudiantes es contar con un sistema de gestión del conocimiento (SGC) que permita compartir el conocimiento generado del uso de las TIC e Internet por parte de profesores y estudiantes para mejorar y aprender nuevas competencias digitales.

Los SGC son una herramienta que utilizan las organizaciones y empresas para administrar el conocimiento generado del desarrollo de sus actividades. El conocimiento se encuentra en la cultura, identidad, rutinas, políticas, procesos de negocio, repositorios, sistemas y documentos, así como en las personas que hacen parte de la organización. Los servicios y productos que presta y produce una organización dependen de la forma como combinan y aplican sus recursos intangibles, los que a su vez son una función del conocimiento de la organización (know-how de la organización). El SGC para el desarrollo de competencias digitales de profesores de las IES se implementó a través de una plataforma de software que permite capturar, organizar, difundir, transferir y aplicar el conocimiento generado por profesores y estudiantes al utilizar las TIC e Internet en el desarrollo de sus actividades. El SGC permite

compartir el conocimiento almacenado y la manera como se ha utilizado para fortalecer el desarrollo de las competencias de los profesores de las IES.

En el presente artículo se describe el proceso seguido para la construcción del Sistema de Gestión del Conocimiento para el desarrollo de competencias digitales en profesores de IES. El artículo inicia con los fundamentos teóricos base del proyecto: Conocimiento y Gestión del Conocimiento y Competencias y Competencias Digitales, posteriormente se definen los objetivos del trabajo, luego se describe la metodología que permitió el desarrollo del SGC, luego se relatan los resultados obtenidos y finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

CONOCIMIENTO Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Una parte de los fundamentos teóricos que soporta el SGC son los temas de conocimiento y gestión del conocimiento los cuales se abordan a continuación:

Conocimiento

En el momento no existe una definición de conocimiento que sea ampliamente aceptada debido a que éste es un concepto multifacético, con múltiples significados y perspectivas desde las que se puede considerar. A continuación, se presenta el conocimiento desde la relación que existe entre datos, información y conocimiento planteada por Newman [3], Davenport [4], Alavi [5], entre otros. A continuación, se realiza una descripción de las diferentes perspectivas de la manera como han sido abordados los conceptos de datos, información y conocimiento:

- Datos: son un conjunto de hechos que no tienen ningún tipo de procesamiento, organización o análisis. Un dato no explica el porqué de las cosas y tiene poca o ninguna relevancia. [6] [7] [8]
- Información: es un conjunto de datos que han sido estructurados, ordenados y procesados con una intencionalidad y propósito de forma significativa dentro de un contexto dado, por lo tanto, el contenido de un conjunto de datos puede producir diferentes contenidos de información si el contexto es diferente. [9] [10]
- Conocimiento: Es la incorporación de información de manera organizada que se ha obtenido de las interacciones de las acciones entre el sujeto y su entorno. El conocimiento yace tanto en el pensamiento como en el quehacer de las personas y se produce cuando la persona se enfrenta a una nueva situación. En las organizaciones, a menudo se manifiesta no sólo en los documentos y repositorios sino también en las rutinas de la organización, procesos, prácticas y normas. El conocimiento se deriva de la información, la cual se procede de los datos. [11] [12]

Gestión del conocimiento

El concepto de gestión del conocimiento apareció gracias al desarrollo de los trabajos publicados por los pioneros Peter Drucker en los años 1970, Karl- Erik Sveiby a fines de la década de 1980 y los autores como Nonaka y Takeuchi, en la década de 1990. El inicio del segundo milenio, el término de gestión del conocimiento fue marcado por los autores Joseph Firestone y Mark McElroy, quienes se encargaron de dar una noción más actualizada de la



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

gestión del conocimiento. La gestión del conocimiento es una disciplina que está en el camino a una mejor comprensión, por lo tanto, no cuenta con una definición ampliamente aceptada y se tiene diferentes puntos de vista entre los expertos en el área. A continuación, se presentan algunas de las definiciones dadas:

- Nonaka y Takeuchi [13] la definen como “la capacidad de una organización para crear nuevo conocimiento, diseminarlo a través de la organización y expresarlo en productos, servicios y sistemas”.
- Alavi y Leidner [5], la definen como “un proceso que incluye cuatro actividades principales: creación, almacenamiento/recuperación, transferencia y aplicación de conocimiento”.
- Wenig [14], La define como un conjunto de actividades centradas en la organización que gana conocimientos a partir de su propia experiencia y de la experiencia de los demás, y sobre la aplicación juiciosa de esos conocimientos para cumplir la misión de la organización. Estas actividades son ejecutadas a través de la tecnología, las estructuras organizativas y estrategias para elevar el rendimiento de los conocimientos existentes y producir nuevo conocimiento.
- Davenport y Cronin [15], presenta dos enfoques, uno desde la perspectiva del contexto de los procesos de negocio donde la gestión del conocimiento es vista como la gestión del 'know-how'. Esta perspectiva enfatiza los procesos y actividades, con un fuerte enfoque en las representaciones de las actividades y capacidades. Una segunda desde la perspectiva de la teoría organizacional donde el conocimiento es visto como recurso el cual llega a ser una capacidad y disposición para responder, lo que permite a las organizaciones evolucionar en un entorno determinado.

A partir de las definiciones anteriores se puede mirar la GC como un conjunto de procesos que gobiernan de manera sistemática, organizada y deliberada acciones con el propósito de aprovechar y aplicar de conocimiento en el desarrollo y mejora de procesos, productos y servicios que realiza la organización para cumplir con sus objetivos y lograr una ventaja competitiva.

COMPETENCIA Y COMPETENCIA DIGITAL

Otra parte de los fundamentos teóricos que soporta el SGC son los temas de competencia y competencia digital los cuales se abordan a continuación:

Competencia

Bunk en 1994, menciona las competencias como un grupo de conocimientos, destrezas y aptitudes con el fin de dirigir las al ejercicio, resolución de situaciones autónomamente y colaboración en el ambiente profesional-laboral [16], relacionado con el concepto dado por Lévy-Leboyer en 1997, para quien son los comportamientos observables del individuo donde se hace necesario aptitudes, rasgos de personalidad y conocimientos adquiridos, necesarios para cumplir con las actividades profesionales que en estas puedan presentarse [17], en este punto, se hace notable el reconocimiento de la competencia como un todo,

de esas capacidades de una persona a tener en cuenta en el desarrollo de la misma.

La competencia es presentada como una combinación de recursos, desde la persona (saberes y cualidades) como desde la experiencia (medios y relaciones), interpretadas en actividades de situaciones específicas con el fin de lograr un objetivo trazado [18]. Este conjunto de conocimientos y aptitudes obtenidos en la experiencia formativa y no formativa o profesional, que al ser combinados, coordinados e integrados fortalecen la acción y permiten llegar a la resolución de problemáticas específicas de manera autónoma y adaptable [19], es decir, comprende aquellos saberes tanto individuales como en red aplicados a aquellas situaciones complejas y con una meta delimitada, reuniendo, combinando y transfiriendo conocimientos, habilidades, destrezas y comprensión que en la parte laboral facilita la solución de contingencias y problemáticas que se van presentando en el desarrollo del trabajo, siendo capaz de enfrentarse a estas, enfrentando la incertidumbre en un mundo en constante cambio [20] [21].

Competencias digitales

Las competencias digitales son aspectos clave y transversales que les permiten a las personas emplear las TIC de forma crítica, creativa y segura en las actividades que realizan dentro de un contexto laboral, académico o cotidiano, [22] [23] donde a medida que realizan sus actividades adquieren nuevas destrezas o habilidades en el uso TIC además de saber cuándo, cómo y para qué utilizarlas [24]. Las competencias digitales involucran el uso crítico y seguro de las TIC en el área laboral, tiempo libre y comunicaciones, apoyado por las habilidades básicas TIC en la recuperación y comunicación de información para participar en redes colaborativas por medio de internet [25]. La competencia digital se puede definir como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que tienen las personas para realizar un uso creativo, crítico y seguro de las TIC con el fin de lograr los objetivos trazados desde diferentes ámbitos de la vida como el área laboral, aprendizaje, uso del tiempo libre y participación social, requiriendo de conocimientos en lenguaje específico básico, aplicaciones informáticas, así como el acceso a fuentes de información y conocimiento en derechos y libertades del mundo digital [26].

OBJETIVOS

Los objetivos que se propusieron para el diseño del sistema de gestión del conocimiento que apoye el desarrollo de las competencias digitales de profesores de las IES se plantean a continuación:

Objetivo general

Diseñar un sistema de gestión del conocimiento que apoye el desarrollo de competencias digitales en profesores de las Instituciones de Educación Superior.

Objetivos específicos

- Definir los procesos de negocio y los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema de gestión del conocimiento.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- Realizar el análisis y el diseño de las principales funcionalidades del sistema de gestión del conocimiento.
- Desarrollar la programación de las diferentes funcionalidades del sistema de gestión del conocimiento
- Poner en funcionamiento el sistema de gestión del conocimiento.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

El diseño del sistema de gestión del conocimiento se obtuvo a partir de la aplicación de dos metodologías: una para el diseño del modelo de gestión del conocimiento que sigue los lineamientos del Framework F-KM [27] y otra para el desarrollo del sistema de gestión del conocimiento basada en la metodología para la gestión de proyectos de software Scrum. El SGC toma como base el modelo de gestión del conocimiento para definir las funcionalidades que dispone y las cuales son la base para validar el modelo.

Diseño del modelo de gestión del conocimiento

El modelo de gestión del conocimiento fue diseñado a partir de la aplicación de los Framework F-KM, el cual plantea un conjunto de etapas para el diseño de modelos de gestión del conocimiento en organizaciones. El Framework proporcionó las directrices sobre la arquitectura, organización, los elementos y las relaciones entre sus elementos. El Framework F-KM presenta la estructura que permite visualizar y organizar los diferentes elementos, la manera como se clasifican de acuerdo con sus responsabilidades generales, las relaciones que existen y la forma de articularse para la administración de conocimiento organizacional. La estructura cuenta con una arquitectura en capas, donde cada capa es un nivel que cumple una función. La arquitectura del Framework permite agregar o eliminar capas de acuerdo con las necesidades de la organización. En cada capa se definen elementos que cumplen determinadas responsabilidades para el cumplimiento de la función de la capa. Entre los elementos de una capa se establecen relaciones para la realizar las actividades que tienen bajo su responsabilidad. Entre los elementos de una capa se establecen relaciones para la realizar las actividades que tienen bajo su responsabilidad. El Framework plantea articulación entre las capas y los elementos que la conforman, de tal manera que las funciones de una capa se articulen con la capa anterior y posterior. En la Figura 1 se muestra el modelo de gestión del conocimiento.

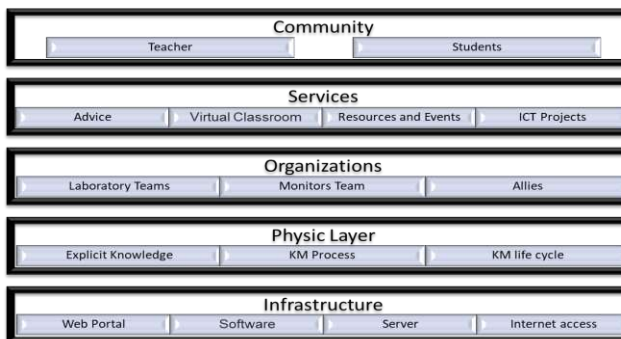


Figura 1. Modelo de gestión del conocimiento

Metodología de diseño del SGC

Una vez definido el modelo de gestión del conocimiento se utiliza la metodología de construcción de proyectos de software Scrum. La metodología brinda orientación sobre las etapas y actividades que se siguen durante el desarrollo de un proyecto de software. El proceso de desarrollo para la construcción del SGC comprende las siguientes etapas:

- Definición de historias épicas. Los procesos del ciclo de vida: adquirir, organizar, difundir, transferir, aplicar y mantener conocimiento corresponden a las historias épicas del SGC-
- Definición de historias de usuario. Una vez establecieron los procesos de conocimiento como historias épicas se determinaron las actividades de cada proceso. Las actividades corresponden a las historias de usuario.
- Elaboración del backlog. Una vez definidas las historias épicas con sus respectivas historias de usuario se elabora la tabla de backlog que contiene las diferentes historias de usuario con su respectiva estimación de esfuerzo, la prioridad y el sprint donde se desarrollará.
- Definición del primer sprint. Una vez elaborado el backlog se determinan las historias de usuario que conforman el primer sprint.
- Elaboración del sprint planning. Una vez definidas las historias de usuario se realizó la planificación del sprint. En esta etapa se determinan las actividades y tiempos para el desarrollo de cada historia de usuario.
- Desarrollo del primer sprint. En esta etapa se desarrollan las historias de usuario de acuerdo con las actividades y tiempos definidos en el sprint planning.
- Revisión del sprint. En esta etapa se valida con los usuarios del sistema que las historias de usuario estaban de acuerdo con las funcionalidades de proceso de ciclo de vida.
- Sprint retrospective. En esta etapa el equipo de desarrollo realiza una evaluación de la manera como se desarrollaron las historias de usuario del sprint y define estrategias de mejora.
- Actualización del backlog. En esta etapa se marcan las historias de usuario terminadas y se continúa con el siguiente sprint
- Posteriormente se selecciona el siguiente sprint e inicia una nueva iteración repitiendo el proceso descrito desde la etapa de definir el sprint.

El proceso desarrollo de software descrito anteriormente permitió la obtención del SGC.

RESULTADOS

El diseño del SGC ya cuenta con una plataforma de software que se encuentra a nivel de prototipo. El SGC esta en capacidad de administrar el conocimiento generado de la aplicación y uso de las TIC e Internet registrado por los profesores de las IES en el desarrollo de sus actividades. El conocimiento es capturado por el SGC a través de una estructura de almacenamiento que integra experiencia con su información contextual (metadatos) en que se obtuvo. La experiencia está en el uso que cada profesor realiza sobre las TIC e Internet. La información contextual (metadatos) almacena datos sobre la manera como el profesor de la IES la uso



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

para el desarrollo de una actividad o tarea (experiencia). El contar con esta estructura de conocimiento (conocimiento + información contextual) permite al SGC realizar diferentes operaciones sobre el conocimiento como: adquirirlo, almacenarlo, difundirlo, transferirlo, compartirlo, actualizarlo (modificarlo), consultarlo, usarlo, evaluarlo entre otras operaciones.

Un ejemplo como el SGC puede compartir conocimiento entre dos profesores de una IES utilizando la estructura de conocimiento (conocimiento + información contextual), se puede visualizar en la figura 2. En la transferencia de conocimiento, el profesor tiene un conocimiento (recurso de conocimiento) que otro profesor de la IES requiere para apoyar el desarrollo de una actividad. Este recurso de conocimiento gracias a su estructura (conocimiento + información contextual) llega al destinatario con la información como utilizarlo o como se ha empleado. El receptor recibe el recurso de conocimiento, lo entiende a partir de la información contextual del recurso y lo aplica para el desarrollo de sus actividades. Una vez lo aplica puede actualizar la información contextual del recurso de conocimiento. Este recurso de conocimiento actualizado se puede reenviar al mismo u otro profesor de la IES con nueva información contextual con el propósito de que pueda ser utilizado en una de las actividades que realiza y recibir nueva información contextual, como se puede visualizar en la Figura 3. Nueva transferencia del conocimiento. En el SGC el conocimiento se captura y maneja utilizando la estructura de conocimiento (experiencia + información conceptual) para todos los usos de TIC e Internet que los profesores de las IES registren.

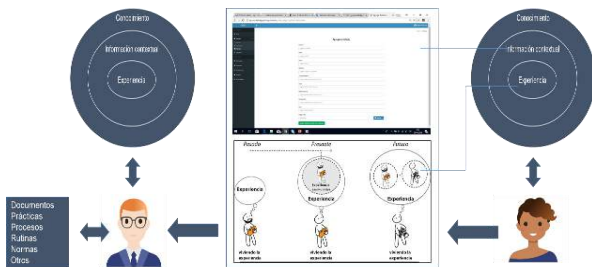
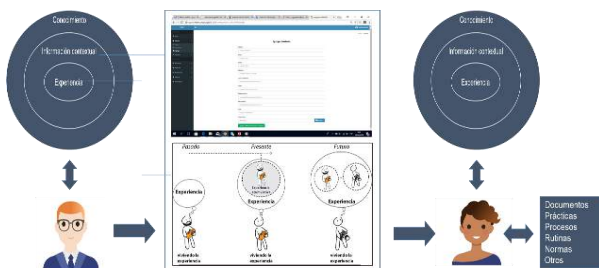


Figura 2. Transferencia de conocimiento



Fuente 3: Nueva transferencia de conocimiento.

El conocimiento al encontrarse estructurado puede ser manipulado por los profesores de las IES. La suma de todos los recursos de conocimiento constituye el conocimiento sobre TIC e Internet, el cual debe ser gestionando para que pueda ser compartido y accedido por los profesores de las IES. La gestión del conocimiento es una disciplina que brinda alternativas para administrar los recursos de conocimiento de una organización. Una alternativa para gestionar el conocimiento de la organización es contar con un ciclo de gestión del conocimiento que permitan coordinar el flujo de conocimiento.

El ciclo de gestión del conocimiento hace parte principal del modelo de gestión del conocimiento y está conformado por procesos de gestión del conocimiento que a su vez cuentan con actividades que realizan operaciones sobre los recursos de conocimiento de acuerdo con el propósito del proceso. Los procesos de gestión del conocimiento que maneja el SGC son: Adquirir conocimiento, organizar conocimiento, difundir conocimiento, transferir conocimiento, aplicar conocimiento y mantener conocimiento. Los procesos están conformados por actividades. En la figura 3, se puede apreciar la relación entre conocimiento organizacional sobre TIC e Internet que posee la IES, el conocimiento de los profesores de la IES y el ciclo de gestión del conocimiento.

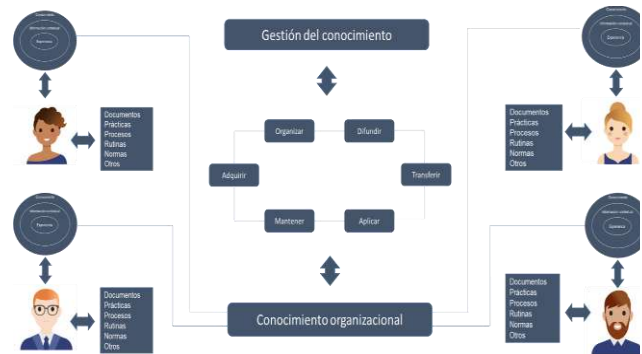


Figura 4. Ciclo de gestión del conocimiento

Las actividades de gestión del conocimiento son ejecutas por los profesores de la IES para apoyar las actividades que realizan. Las actividades de gestión del conocimiento son las que realizan las operaciones específicas sobre los recursos de conocimiento de la organización. El SGC permite a los profesores de la IES utilizar las diferentes operaciones para manejar los recursos de conocimiento. Las operaciones del proceso adquirir conocimiento con que cuenta el SGC son: Buscar conocimiento demandar conocimiento, agregar conocimiento, buscar fuente de conocimiento y evaluar conocimiento. La operación del proceso organizar conocimiento desarrollada es almacenar conocimiento. Las operaciones del proceso difundir conocimiento desarrolladas son: Remitir conocimiento, enviar conocimiento y distribuir conocimiento. La operación del proceso transferir conocimiento desarrollada es solicitar asesoría. Las operaciones del proceso aplicar conocimiento desarrolladas son: Utilizar conocimiento y calificar



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

conocimiento. Las operaciones del proceso mantener conocimiento desarrolladas son: Actualizar conocimiento y eliminar conocimiento.

Los profesores de las IES al ejecutar una actividad de gestión del conocimiento realizan un conjunto de tareas, así como el llamado a otras actividades de gestión del conocimiento que le permitan llegar al propósito que están buscando con el conocimiento. Por ejemplo, si un profesor de una IES requiere agregar un recurso de conocimiento esta actividad realiza tareas propias y llama de manera interna a las actividades evaluar conocimiento y almacenar conocimiento. En la figura 4, se pueden visualizar el flujo de actividades que se activan al ejecutar la actividad agregar conocimiento.

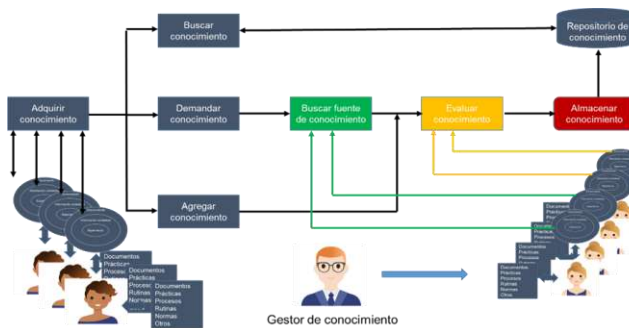


Figura 4. Flujo de actividades de gestión del conocimiento

El SGC cuenta con una interfaz principal donde los usuarios del sistema pueden acceder a los procesos de conocimiento. Cada proceso cuenta con una interfaz donde se tiene acceso a sus respectivas actividades. Los usuarios de acuerdo a las necesidades de las actividades que están realizando definen las operaciones que les permita obtener el conocimiento requerido para las acciones que adelantan. En la Figura 5, se puede visualizar la interfaz principal del sistema de gestión del conocimiento.



Figura 5. Interfaz principal del sistema de gestión del conocimiento

CONCLUSIONES

Los sistemas de gestión del conocimiento son una herramienta que tienen las organizaciones para administrar su conocimiento. En las Instituciones de Educación Superior los sistemas de gestión del conocimiento son una herramienta que puede ser aplicada para la administración de los diferentes tipos de conocimiento que manejan. Uno de esos tipos de conocimiento es el generado del uso de las TIC y la Internet para el desarrollo de las actividades de los profesores y las diferentes dependencias de las IES. El SGC es una herramienta que permite a los profesores compartir el conocimiento para utilizarlo para mejorar las actividades que realizan.

El proceso de diseño de un sistema de gestión del conocimiento parte de los requerimientos de manejo del conocimiento dentro de una organización. Los modelos de gestión del conocimiento son una herramienta útil para conocer y visualizar las funcionalidades de manejo de conocimiento que se requieren dentro de una organización. En el diseño del SGC para el desarrollo de competencias digitales en profesores de las IES tuvo como partida un modelo de gestión del conocimiento que permitió definir y visualizar los procesos de conocimiento y actividades necesarias para el manejo del conocimiento necesario que permita soportar el desarrollo de competencias digitales. El modelo fue el punto de partida que permitió definir los requerimientos funcionales del SGC.

Una alternativa para el desarrollo de competencias digitales es contar con sistemas de gestión del conocimiento que permitan adquirir, organizar, difundir, transferir, aplicar y mantener el conocimiento generado de la aplicación de las TIC e Internet en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los profesores. El SGC desarrollado además de las funcionalidades anteriores es una herramienta clave para compartir conocimiento y aprender nuevas maneras de utilizar las TIC e Internet para apoyar las actividades que realizan los profesores de las IES. El SGC brinda la posibilidad de actualizar el conocimiento de las IES y utilizarse para mejorar los procesos y actividades que realizan los profesores.

REFERENCIAS

- [1] A. Brolpito, Digital Skills and Competence, and Digital and Online Learning., European Training Foundation., 2018.
- [2] E. Kispeter, What digital skills do adults need to succeed in the workplace now and in the next 10 years., Warwick Institute for Employment Research., 2018.
- [3] V. Newman, «Redefining Knowledge Management to Deliver Competitive Advantage,» *Journal of Knowledge Management*, vol. 1, n° 2, pp. 123-128, 1997.
- [4] T. Davenport y L. Prusak, *Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment.*, New York : Oxford University Press, 1997.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [5] M. Alavi y D. Leidner, «Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues,» *MISQ*, vol. 25, n° 1, pp. 107-136., 2001.
- [6] N. Dixon, *Common Knowledge: How Companies Thrive by Sharing What They Know*, Boston, MA: Harvard Business School Press., 2000.
- [7] E. Awad y H. Ghaziri, *Knowledge Management*, Upper Saddle River, NJ.: Pearson Education, Prentice Hall., 2004.
- [8] A. Bourdreau y G. Couillard, «Systems integration and knowledge management,» *Information Systems Management*, , vol. 16, n° 4, pp. 24-32, 1999.
- [9] C. Lueg, «Information, knowledge, and networked minds,» *Journal of Knowledge Management*, vol. 5, n° 2, pp. 151-159, 2001.
- [10] R. Ackoff, «From data to wisdom. Journal of Applied Systems Analysis,» *Journal of Applied Systems Analysis*, vol. 16, n° 1, pp. 3-9, 1989.
- [11] W. Applehans, A. Globe y G. Laugero, *Managing Knowledge: A Practical Web-Based Approach*, Reading, PA: Addison Wesley Longman, 1999.
- [12] K. Desouza, *New Frontiers of Knowledge Management*, New York, NY: Palgrave Macmillan, 2005.
- [13] I. Nonaka y H. Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company*, New York, NY: Oxford University Press, 1995.
- [14] G. Wenig, «The knowledge management forum,» 1996. [En línea]. Available: http://www.km-forum.org/what_is.htm. [Último acceso: 8 Mayo 2014].
- [15] E. Davenport y B. Cronin, «Knowledge Management: Semantic Drift or Conceptual Shift?,» *Journal of Education for Library and Information Science*, vol. 41, n° 4, pp. 294-306, 2000.
- [16] G. P. Bunk, «La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales en la RFA,» *Revista Europea de Formación Profesional, CEDEFOP*, pp. 8-14, 1994.
- [17] C. Lévy-Leboyer, *Gestión de las competencias*, Barcelona: Ediciones Gestión 2000, 1997.
- [18] G. Le Boterf, *De la competence a la navigation professionnelle*, París: Editions d'Organisation, 1997.
- [19] J. Tejada Fernández, «Acerca de las competencias profesionales I,» *Herramientas*, pp. 20-30, 1999.
- [20] G. Le Boterf, *Ingeniería de las competencias*, Barcelona: Epise, 2001.
- [21] O. Valverde, *El enfoque de competencia Laboral: Manual de Formación*, Montevideo: Departamento de Publicaciones de Cinterfor / OIT, 2001.
- [22] L. Levano-Francia, S. Sanchez Diaz, P. Guillén-Aparicio, S. Tello-Cabello, N. Herrera-Paico y Z. Collantes-Inga, «Digital Competences and Education,» *Propósitos y Representaciones*, pp. 569 - 588, 2019.
- [23] B. Castillejos López, C. A. Torres Gastelú y A. Lagunes Domínguez, «La seguridad en las competencias digitales de los millennials,» *Apertura*, pp. 54-69, 2016.
- [24] M. Arias Oliva, T. Torres Coronas y J. C. Yáñez Luna, «El desarrollo de competencias digitales en la educación superior,» *Historia y Comunicación Social*, pp. 355-366, 2014.
- [25] D. Zavala, K. Muñoz y E. Lozano, «Un enfoque de las competencias digitales de los docentes,» *Revista Publicando*, pp. 330-340, 2016.
- [26] AUPEX, «Competencia Digital,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.nccextremadura.org/competenciadigital/>.
- [27] J. C. Guevara Bolaños y E. C. N. G. A. González Guerrero, «Sistema de gestión del conocimiento para generación de escenarios didácticos para la diversidad,» *Tecnura*, vol. 20, pp. 108-121, 2016.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Una reflexión sobre las TIC y la digitalización; un aporte a la transición energética

Yaqueline Garzón
Rodríguez

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Cl. 68d Bis- ASur #49F - 70, Bogotá
ygarzonr@udistrital.edu.co

Luis Felipe
Wanumen Silva

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Cl. 68d Bis ASur #49F - 70, Bogotá
lwanumen@udistrital.edu.co

Sonia Alexandra
Pinzón Núñez

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Cl. 68d Bis ASur #49F - 70, Bogotá
spinzon@udistrital.edu.co

RESUMEN

El presente escrito resalta el fortalecimiento que ha tenido la Transición Energética (TE) gracias a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y los Nuevos Desarrollos Tecnológicos (NDT) en los últimos años [1]. Se inicia haciendo una revisión de la literatura de la noción TE, para identificar a manera general del contexto internacional los elementos que esbozan la carencia y necesidad de la misma y como surgen soluciones de TIC como Bigdata, Internet de las cosas (IoT), Inteligencia Artificial (AI, por sus siglas en inglés) y Blockchain como (NDT) que la están impulsado, para ser lo que es hoy en día. Asimismo, se indaga sobre el avance de la Transición Energética En Colombia, (TEEC) para identificar aquellas áreas en las cuales aún es incipiente estos NDT e identificar posibles barreras para su adopción. Con base en los anteriores elementos, se hace una revisión de las estrategias mundiales propuestas para potencializar la TE y para concluir, a manera de reflexión y recomendación, se enlistan lineamientos empíricos muy generales que se considera pueden aportar al avance de la TEEC en el marco de la digitalización.

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.

XI. Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Ciudad de Bogotá.

ABSTRACT

This writing aims to highlight the strengthening that the Energy Transition (TE) has had thanks to Information and Communication Technologies (ICT) and New Technological Developments (NDT) in recent years [1]. It begins with a literature review of the notion TE, to identify in a general way the international context the elements that outline the lack and need for it and how ICT and NDT solutions emerge that have driven it to be what it is today in day. Likewise, it investigates the progress of the Energy Transition in Colombia (TEEC) at the national level, to identify those areas in which these LDNs are still incipient and identify possible barriers to their adoption. Based on the above elements, a review is made of the proposed global strategies to enhance TEEC and to conclude and by way of reflection and recommendation, very general empirical guidelines are listed that are considered to be able to contribute to the advancement of TEEC.

Categorías y Descriptores Temáticos

Hardware: Tecnologías emergentes, Análisis y diseño de dispositivos y sistemas emergentes

Términos Generales

Nuevos desarrollos tecnológicos (NDT), Tecnologías digitales, transición energética (TE), energías renovables, descentralización

Palabras clave

Digitalización, TIC, Transición energética, inteligencia artificial (AI), internet de las cosas, (IoT), macrodatos, cadena de bloques

Keywords

Digitalization, TIC, Energy transition, Artificial Intelligence (AI), Internet of things (IoT), Bigdata, blockchain



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

1. INTRODUCCIÓN

Antes de establecer cuál es el aporte de las tecnologías de la información y nuevos desarrollos tecnológicos a la Transición energética, es necesario indagar aspectos preliminares, resolviendo interrogantes como: ¿Qué es la transición energética? ¿Por qué en la actualidad es relevante e importante? ¿Cómo las TIC y nuevas tecnologías aportan al avance de la transición energética? ¿Qué avances tiene Colombia en el marco de la TE?

Nuestro estilo de vida actual, rodeado de TIC, depende de un suministro de energía eléctrica seguro, asequible y sostenible. La energía es imprescindible para todos los seres humanos, por lo tanto, este abastecimiento debe estar siempre disponible, de manera confiable, eficiente y segura; protegiendo el medio ambiente y el clima para las generaciones futuras. La respuesta del mundo a este desafío es denominada “transición energética” también conocida como “Energiewende”.

La idea de “transición energética” nace a fines de los años setenta del siglo pasado como un intento de quienes se oponían a la energía nuclear alemana con el propósito de mostrar que era necesario y posible un mundo basado en las energías renovables, es decir, aquellas que se obtienen de fuentes naturales como lo son: el sol, el viento, el agua, la biomasa (materia orgánica), la geotermia, entre otras; estos recursos son también denominadas Fuentes No convencionales de Energía, FNCE, porque que se regeneran en forma constante, y que pueden considerarse inagotables a escala humana, únicas sostenibles. [2].

La transición energética toma relevancia y es un concepto adoptado como respuesta a la problemática del calentamiento global, atribuido en gran medida a que el suministro mundial de energía eléctrica depende actualmente en un 75% de fuentes no renovables (FNR) como el carbón, el petróleo y el gas natural; tecnologías que aportan significativamente a las emisiones de dióxido de carbono, (CO₂) [3]. Con el objetivo de mantener el aumento del calentamiento global mediante la descarbonización y la reducción de emisión de gases efecto invernadero, casi doscientos países, adoptan voluntariamente compromisos que mitiguen sus emisiones mediante la adopción de conceptos como el de la TE en sus planes y políticas energéticas nacionales. En respuesta a la Cumbre Mundial de Cambio Climático (COP21), se celebra en París en el año 2015.

En este sentido, la transición energética corresponde a una concepción “integral” que contempla aristas ambientales, económicas, culturales y políticas, y que posibilita desplegar el potencial transformador que contiene, [4]. De esta manera, se considera importante participar en su desarrollo e implementación para impactar los diferentes ámbitos y enfoques de gestión que se emplean en la actualidad en cada una de las actividades del sector eléctrico, a saber: generación, transmisión, distribución y comercialización.

Asimismo, la literatura reporta que la TE está ligada a los desarrollos contemporáneos de TIC y digitalización aplicados eficiencia energética del uso final y a la. Se ha revelado que es necesario la desagregación del consumo de la energía, en usos finales disputables, en mercados de servicios energéticos, incluso auto proveídos; cuyas formas de energía pueden ser sustituidas [5].

En cada una de estos escenarios es fundamental investigar los desarrollos tecnológicos y la digitalización de variables para innovar en aspectos como: la conectividad, manejo de los datos, plataformas, software, portabilidad en nuevos dispositivos, entre otros; con miras a hacer de este sector más sostenible y más económico.

2. OBJETIVOS

Identificar los avances y resultados obtenidos en materia de la TE a nivel mundial, para hacer un llamado en el marco de las TIC y NDT a identificar las áreas del conocimiento, en las cuales es preciso realizar redes académicas y grupos de trabajo interdisciplinario para impulsar la transición energética en Colombia, (TEEC).

Describir a nivel de la academia y profesional las áreas en las que es viable hacer aportes a la investigación y NDT con el objetivo de apalancar los procesos de transformación energética a nivel mundial.

3. METODOLÓGÍA

El presente artículo pretende reflexionar frente a la relevancia y el desarrollo que ha tenido la TE gracias a las innovaciones en materia de TIC y tecnología digital. En la Figura 1 se relacionan las fases mediante las cuales se estructura esta revisión, apoyada en la metodología descriptiva – propositiva.[6]



Figura 1. Estructura del trabajo. Fuente: Elaboración propia

Esta indagación se realiza con la intención de establecer unas reflexiones y lineamientos empíricos que permitan identificar los múltiples campos en que se pueden realizar aportes al sector eléctrico contemplando los diversos “stakeholders” o partes interesadas que intervienen en la TEEC.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LAS TIC QUE LA SOPORTAN

Desde los años 70 se han venido empleando tecnologías digitales para gestionar la electricidad, por ejemplo, en el sector industrial brindando soluciones, mediante la automatización de procesos que mejoran la calidad y minimizan su consumo de energía. Otro sector en el que también se vienen haciendo aportes mediante el monitoreo y optimización de las rutas vía software es el sector transporte, contribuyendo su fiabilidad, eficiencia y seguridad. [3] Las TIC y la tecnología digital han presentado un desarrollo exponencial en el sector energético permitiendo pasar de un sistema centralizado, convencional y pasivo a un sistema distribuido, digitalizado y activo que permite ser manejado y monitoreado en tiempo real, y a su vez, coordinado con los múltiples elementos de la red para optimizar todo el sistema y convertirlo en una auténtica red inteligente.

Esta sección relaciona las tendencias energéticas que han sido impulsadas por la revolución tecnológica desarrollada actualmente y que proporcionan herramientas digitales a la industria eléctrica para responder a los cambios que exige la TE a nivel internacional.[3].

De igual forma, se identifica la adaptación de los avances que se han realizado en materia de la transición energética en Colombia, TEEC, identificando los adelantos que se han efectuado a nivel nacional y que considera suscitan su progreso.

4.1 CONTEXTO INTERNACIONAL

A continuación, en la figura 2 se relacionan las etapas mediante las cuales se realiza la revisión de los antecedentes de la TE, a nivel mundial, destacando que la literatura reporta cuatro dimensiones energéticas, “4D” como la clave para impulsar la TE a nivel mundial, a saber: descarbonización, disminución del uso, descentralización y digitalización [7]. A partir de esta indagación se establecen cuatro tecnologías digitales, (4TD) que se identifican como promotoras de su desarrollo y proyección.

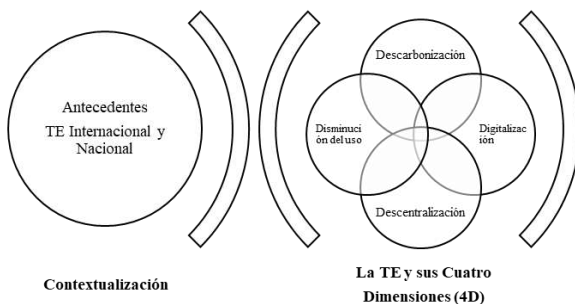


Figura 2. Etapas de la revisión de la TE a nivel mundial. Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Dimensiones energéticas de la Transición energética

Las cuatro dimensiones que se identifican en la transición energética se formulan en el marco de la sostenibilidad.

- Descarbonización

El sector energético debe ser liderado por soluciones de generación de energía a partir de tecnologías renovables (bajas en carbono), a ello se le suma la movilidad eléctrica, captura y almacenamiento de carbono e hidrógeno. Todos los sectores deben contribuir sin excepción por lo cual muchos países han establecidos objetivos a mediano (2030) y largo plazo (2050), con el propósito de reducir sus emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y contribuir a mantener el calentamiento global. [3]

- Disminución del uso de energía

La conservación y gestión de la energía (ECM, por sus siglas en inglés), se considera fundamental para la sostenibilidad energética. ECM es una estrategia ampliamente establecida y técnicamente viable en todos los principales sectores consumidores de energía. [7].

- Descentralización

Hace referencia a la generación distribuida (GD), que consiste en sistemas de energía dispersos, que emplean FNCE y que cada vez son más populares en todo el mundo. Estos sistemas ayudan a promover un suministro de energía eléctrica rentable, eficiente y sostenible; a estas unidades de producción y de consumo, se les denomina “prosumidores” que actúan e interactúan de un modo determinado pero que dejan en claro la necesidad de usar tecnologías digitales cada vez más autónomas e inteligentes. [8]

Con el potencial de suministro de energía más limpia proveniente de la energía renovable, los países y las empresas de energía están en una posición en la cual deben evolucionar sus Mercados energéticos, pues, están desacelerados y desacoplados de la demanda y su mix de suministro; y deben innovar para acoger estas nuevas tendencias y proteger el suministro y la confiabilidad del Sistema eléctrico. [3]

- Digitalización

El desarrollo e implantación de la tecnología digital y el uso de internet, actualmente, están incidiendo rápidamente en el sector energético, transformando y perturbando el modelo vigente de oferta/producción y demanda/consumo. [3]. La digitalización ayuda a mejorar la productividad, la accesibilidad, la rentabilidad y la sostenibilidad general de los futuros sistemas energéticos; por lo cual, la agencia internacional de la energía (IEA, por sus siglas en inglés) la considera fundamental para próximos desarrollos.[6]

Al realizar la revisión de esta dimensión “digitalización”, se identifican cuatro conceptos, que originan la revolución digital que viene protagonizando el sector eléctrico, estos son: 1) Internet de las cosas (IoT); 2) inteligencia artificial (IA); 3) macrodatos (Big



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

data); y 4) blockchain. Estos conceptos, se refuerzan entre sí como parte de un conjunto de herramientas de soluciones digitales, necesarias para optimizar las operaciones de un sistema eléctrico cada vez más complejo dada la adopción de las energías renovables [11] y por lo cual se considera estudiar más a fondo en la siguiente sección

4.1.2. Las TIC y tecnología digital que promueven la TE.

La IEA en su informe “Digitalization and Energy” [9] manifiesta que el sector energético ha sido pionero en la implementación de las tecnologías más novedosas para la operación de la red y el sistema eléctrico, desde la década de los setenta, estas tecnologías se relacionan en la figura 3.

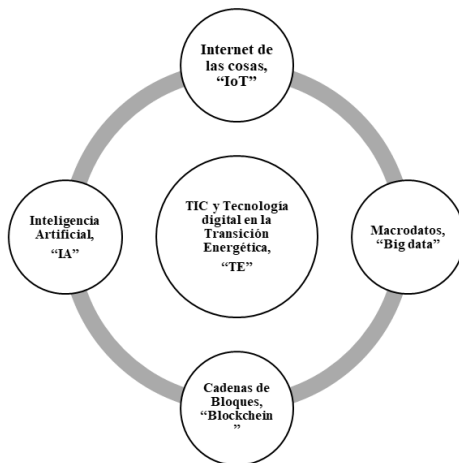


Figura 3. Las cuatro tecnologías digitales 4D y las TIC que promueven la TE. Fuente: Elaboración propia

- Internet de las cosas, IoT

Internet de las cosas (IoT) es una red mundial de objetos y seres humanos interconectados, que, a través de esquemas de direccionamiento únicos, pueden interactuar entre sí y cooperar con sus vecinos para alcanzar objetivos comunes [12]. IoT conecta dispositivos a través de Internet, asignando a cada uno dirección IP única, para recopilar, comunicarse, monitorear e interpretar información de su entorno en tiempo real [13]; lo que permite el control y la supervisión remota a través de sistemas de control basados en la nube. El objetivo de IoT es automatizar cada vez más aspectos de nuestras vidas al tiempo que aumenta la eficiencia de los procesos [14]

Los dispositivos de IoT viabilizan "redes inteligentes" mediante la recopilación, transmisión y uso de grandes cantidades de datos en tiempo real, que rodean todos los aspectos de la cadena de suministro de electricidad integrando de manera inteligente, por una parte, a los usuarios conectados a la red, optimizando su funcionamiento y aumentando la flexibilidad del sistema y por otra; permitiendo a los operadores del sistema crear predicciones más

precisas para gestionar el suministro de energía, basándose en datos históricos. [15]

El IoT es un pilar de las "redes inteligentes", que son fundamentalmente una "red eléctrica que puede integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a ella generadores, consumidores y aquellos que hace ambas cosas - para entregar de manera eficiente, sostenible, económica y segura". suministros eléctricos" [16].

Los futuros sistemas descentralizados de FNCE requieren monitoreo y control a nivel micro para alcanzar su potencial como proveedores de servicios y mejorar el funcionamiento de los sistemas eléctricos.[17], Igualmente, mediante la automatización de subestaciones, se abre el camino hacia redes de energía completamente autónomas, de tal forma, que el sistema puede responder de manera más efectiva a la intermitencia de las plantas renovables.

Otro beneficio clave de los datos de IoT es el mantenimiento preventivo, dado que, las pruebas y reparaciones proactivas pueden reducir el tiempo de inactividad de la máquina y los costos de mantenimiento, lo cual es aplicable en sistemas de generación, transmisión, distribución y comercialización; todos con una gran cantidad de activos. Por ejemplo, Los dispositivos y sensores inteligentes pueden enviar información desde equipos remotos que indiquen una falla inminente, evitando así costosos tiempos de inactividad o daños.

Por último, cabe mencionar que el IoT, al ser una revolución innovadora en Internet, se convierte en una nueva plataforma para el comercio electrónico donde los modelos de negocio antiguos difícilmente podrían encajar en el comercio electrónico en el IoT. [14]

- Inteligencia artificial

La IA se refiere a sistemas inteligentes que, en respuesta a los datos observados, recopilados y analizados, cambian el comportamiento sin ser programados explícitamente. [13]; por lo cual la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), reporta en [13] que, en las próximas décadas, los usos innovadores de la IA tienen el potencial de aumentar el conocimiento, la eficiencia, la conectividad, la confiabilidad y la sostenibilidad de los sistemas de energía en todo el mundo.

La red eléctrica tradicional se encuentra actualmente en una transformación para ser más resiliente, confiable y eficiente y por ello la TE integra tecnologías, prácticas y servicios eficaces a fin de reducir las pérdidas y el desperdicio de energía.

Dentro de los avances que se destacan en la TE está el de las redes inteligentes (SG, por sus siglas en inglés) cuya implementación se enfrenta a varios desafíos relacionados con la estabilidad, confiabilidad y seguridad de la red, así como con la optimización de la producción / consumo de energía en presencia de recursos



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

energéticos renovables. Estos desafíos requieren el desarrollo de métodos y herramientas avanzadas, escalables, capaces de administrar y procesar de manera eficiente y en línea una gran cantidad de datos, para lo cual la IA ha sido una alternativa de solución.

Las técnicas de Inteligencia Artificial (IA) desarrollan métodos y herramientas de apoyo que se pueden clasificar en tres grupos principales: IA para la gestión inteligente de la energía, IA para sistemas de energía inteligentes confiables e IA para el control de dispositivos y sistemas de energía inteligentes.

En estos grupos, se pueden identificar diferentes métodos de IA como lo son: redes neuronales artificiales, sistemas multiagente, modelos de Markov ocultos, reglas difusas, máquinas de vectores de soporte, lógica de primer orden, entre otros; que pretenden dar respuesta a los desafíos de la TE tales como: manejo de datos, tiempos de procesamiento, autonomía del sistema, frecuencia de muestreo, horizonte temporal, escalabilidad, condiciones operativas (centralizadas, distribuidas), objetivos de la aplicación (predicción, control, optimización), así como los dominios (gestión del lado de la demanda, gestión de la energía, maximización de la flexibilidad, supervisión de la carga, configuración de baterías, sistemas de conversión de energía, monitoreo del sistema, etc.).

El uso de la IA continúa en desarrollo a un ritmo impresionante y no solo en el sector eléctrico sino también en áreas como la política, la ingeniería, la atención médica, el transporte, finanzas, la fabricación, telecomunicaciones, el comercio electrónico, y de servicios. Y el impacto es cada vez más evidente [17].

Finalmente cabe mencionar que la IA surge como una solución al análisis de datos, aprendizaje y toma de decisiones automatizados hecho por software y dispositivos inteligentes, pero tiene un limitante y es el manejo de la gran cantidad de datos, para lo cual aparece como solución "Big data".[18]

- Big data

Los conjuntos de datos extremadamente grandes, tanto estructurados como no estructurados, se denominan simplemente "big data".[16]. El término "big data" se introdujo para describir la explosión de datos en el universo digital. [21] Estos macrodatos son generados en el mundo físico y cibernético (en su gran mayoría) como resultado del avance del Internet; su exploración y estudio han permitido develar el poder que tienen y los convierte ampliamente en uno de los impulsores más poderosos para promover la productividad, mejorar la eficiencia y respaldar la innovación.

Para el caso específico del sector eléctrico, el desarrollo de macrodatos se convierte en una forma de optimizar el uso de energía para reducir los impactos ambientales, reconociendo a la eficiencia energética en una de las métricas importantes para determinar el grado de ahorro energético, pues es importante conocer cuánta energía se usa o desperdicia. Con big data, se puede

extraer esta información y se pueden realizar las estrategias energéticas correspondientes.

Algo innegable es, que el mundo se conecta cada vez más con un número de dispositivos electrónicos que crece exponencialmente, y con ello, la generación de datos; por lo cual, se requiere de sistemas cada vez más inteligentes y capaces de analizar este tesoro de datos. En las últimas décadas se ha observado este comportamiento y ha creado el escenario ideal para impulsar una IA cada vez más perspicaz, de la mano de big data.

- Blockchain

También denominado "Cadena de bloques", consiste en un concepto tecnológico relativamente reciente que tiene implicaciones de amplio alcance para muchos sectores; estas cadenas de bloques se sustentan en tecnologías criptográficas que existen desde hace algún tiempo, lo realmente innovador de esta tecnología es su combinación en un paquete útil, por lo cual, sobre este, se soportan aplicaciones descentralizadas a través de las cuales se pueden gestionar registros de todas las transacciones que se tiene lugar en una red determinada, de forma segura y sin un intermediario central, [18][19]

Las cadenas de bloques son esencialmente libros de contabilidad digitales inmutables que organizan los datos dentro de un bloque, y una vez sellado, no se pueden cambiar retroactivamente. Esto incluye no solo datos de transacciones financieras, sino casi cualquier cosa de valor, pues la criptografía garantiza la seguridad y la integridad de los datos, mientras que la privacidad permanece intacta.

El aumento de la complejidad del sector energético requiere una gestión inteligente y blockchain es una buena opción, pues puede ayudar a administrar los datos de manera más abierta y segura mientras automatiza transacciones a través de contratos inteligentes. Al mismo tiempo, la transición energética digital también da origen a nuevos retos, tales como la recolección, almacenamiento, divulgación y procesamiento de datos energéticos, lo cual es particularmente importante para la aceptación de la TE.[21]

4.2 CONTEXTO NACIONAL

4.2.1. Avances en Materia de la transición energética en Colombia, TEEC

A nivel de Latinoamérica, Colombia se reconoce como promotor de la TE, pues impulsa el uso de FNCE cronológicamente como los muestra la figura 4. Desde el año 2014 mediante la aprobación de la ley 1715 promueve la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional [22]. En el año 2019 incentiva la diversificación de la matriz energética, mediante la subasta de energías renovables y subasta del cargo por confiabilidad, proyectando un aumento de la participación de la energía eólica y solar de 1 por ciento al 12 por ciento [23] ; y para



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

el año 2021 se promulga la reciente Ley 2099 o ley de transición energética [24]. Estas acciones incentivan, entre otras cosas, la implementación de energías alternativas, por los múltiples beneficios que estas conllevan, no solo por ser energías limpias y sustentables sino también por la importante reducción de costos en sus tecnologías. Adicionalmente, en el marco de la descarbonización a nivel mundial, el Gobierno nacional fija como meta reducir en un 51 por ciento los gases de efecto invernadero para el año 2030, y la clave para lograrlo son las energías alternativas

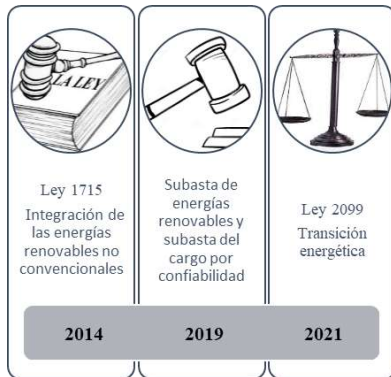


Figura 4. Avance cronológico de la TEEC. Fuente: Elaboración propia

El contexto de la TEEC según [libro TE], se enmarcan los desafíos futuros en dos temáticas centrales: la primera, lograr la flexibilidad del sistema, de tal forma que cuando el consumo requiera energía esta se encuentre disponible; aspecto en el cual juega un papel importante la innovación en nuevos modelos de almacenamiento y la inclusión de nuevas tecnologías; y la segunda, la eficiencia energética y sustitución de combustibles, (por hidrogeno verde y azul) que faciliten la integración de otros sectores con miras a la descarbonización.

Para Colombia en lo referente a las cuatro dimensiones, 4D, se hacen unas adaptaciones a nivel nacional, se cambia la dimensión de disminución del uso por el término de eficiencia energética y lo incluyen dentro de la dimensión que apunta a la descarbonización y adoptan una nueva D denominada “desregulación;”[23] y que consiste en promover nuevas reglamentaciones que impulsen la transición energética

4.2.1. Implementación de la Digitalización en Colombia

Colombia cuenta con una de las matrices energéticas más limpias a nivel mundial, porque cerca del 70% de la energía que consume el país proviene de fuentes hídricas, cabe destacar que del 30 % restante un 1% se genera a partir de FNCE como la solar y la eólica [24]sin embargo, esa concentración de generación a partir de los recursos hídricos implica vulnerabilidad ante eventos climáticos como el Fenómeno de El Niño.

Por lo anterior el país avanza en la construcción de la hoja de ruta para la TEEC, y en [23]formula recomendaciones clasificadas en cinco grandes focos:

- Competencia, participación y estructura del mercado eléctrico
- El rol del gas en la transformación energética
- Descentralización, digitalización y gestión eficiente de la demanda
- Cierre de brechas, mejora de la calidad y diseño y formulación eficiente de subsidios
- Revisión del marco institucional y regulatorio

Las tendencias y avances en las TIC, telecomunicaciones, control y supervisión según [25] van en camino hacia una mayor descentralización y digitalización de las actividades de producción de energía y todas sus transacciones asociadas. Asimismo, los mercados eléctricos se han ido ajustando para favorecer estas tendencias, y explotar los múltiples beneficios crecientes que estas acarrearán, gracias en parte a la reducción de costos de las tecnologías asociadas. Por lo cual Colombia requiere de un marco regulatorio que favorezca la innovación y cambio técnico.

5. RESULTADOS

En el mundo, la demanda de energía continuará en ascenso acelerado, de manera paralela al aumento de la población, la electrificación, la digitalización, entre otros aspectos. Por tanto, cada uno de los países debe adaptarse y aprovechar las ventajas y adelantos tecnológicos para apropiarlos de manera particular.

Para el caso específico de la TEEC, las tendencias de energías renovables y eficiencia energética lideran estos procesos; y su desarrollo está demandando recurso humano idóneo, que promueva su rápida expansión, por lo tanto, se identifica que la academia debe participar en la formulación de políticas de educación, que proporcionen las competencias en las diferentes áreas disciplinares que se necesitan para maximizar la creación de valor local y resultados socioeconómicos equitativos y justos, que eviten una mayor brecha social y oposición a su implementación.

Además, en el futuro para que la TE mundial sea un éxito, se debe fomentar la investigación e innovación en todo el ciclo de vida de las tecnologías digitales emergentes (demostración, implantación y comercialización), pues, son ellas las que ha desempeñado un papel fundamental en el progreso de las energías.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

A partir de la revisión de la literatura realizado, se considera importante reafirmar que para combatir el cambio climático de manera más efectiva y proteger el medio ambiente, se hace necesario manejar las tecnologías digitales acá reportadas: inteligencia artificial, IA, la Bigdata, el Internet de las Cosas, IoT y el Blockchain; que surgen en respuesta a la digitalización



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

tecnológica de todo el entorno en el que se requiere un cambio en el paradigma de cómo gestionar las actividades del sector energético.

Factores importantes como la confiabilidad, la seguridad y la comunicación, son desafíos que deben ser superados por las tecnologías digitales mencionadas; antes de ser implementados de manera generalizada en la TEEC; pues la madurez de las iniciativas digitales es variada, dado que, existe una gran variedad de opciones para el procesamiento de datos y analíticas avanzadas que son determinantes en el momento de la implementación

Las soluciones de generación distribuida y almacenamiento descentralizado se emplean cada vez más, gracias a la aplicación de tecnologías digitales en las infraestructuras energéticas, y la adopción de estas soluciones por parte de los consumidores/empresas. [3]

El auge y proliferación de dispositivos IoT va de la mano con el auge de la inteligencia artificial, impulsada por big data, ya que proporciona el granular información necesaria para alimentar los algoritmos de aprendizaje automático [8] (consulte el resumen del panorama de la innovación). Adicionalmente la explosión de datos generados, impulsará nuevas tecnologías como blockchain y desbloqueará nuevas industrias en los próximos años y décadas.

La TE, no debe limitarse a la perspectiva de sostenibilidad ambiental únicamente como en su gran mayoría lo reporta la literatura; también debe proyectarse en el marco de la seguridad o garantía de suministro (disponibilidad y confiabilidad) y a la equidad energética y competitividad económica (cobertura a costo asequible).

De igual forma, la TE puede brindar herramientas de mejora a la huella socioeconómica global del sistema energético; en lo que respecta a una mejora en el empleo y el producto interno bruto (PIB), dado que la energía renovable es una fuente cada vez más barata de electricidad y ofrece un enorme potencial para estimular la economía mundial.

Finalmente, se hace la invitación a ser miembros activos de la TE a nivel individual o familiar, fomentando el ahorro de energía mediante el uso de tecnologías más eficientes que permitan disminuir el consumo de electricidad tanto en el sector residencial como industrial y cuantificar los beneficios que se pueden ver a la inmediatas en costo de la factura.

AGRADECIMIENTOS

Los docentes autores del presente artículo presentamos agradecimientos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas porque en el marco del plan de trabajo, nos permite destinar tiempo, para elaborar artículos como este.

De igual forma se presenta un agradecimiento especial al comité científico y organizador del evento CICOM 2021 por la trayectoria y espacio de participación en el cual se pueden presentar a la academia y al público en general innovaciones e investigaciones.

REFERENCIAS

- [1] Moreno A. “Antecedentes y avances de la Transición Energética del Siglo XXI”. Revista Transición Energética. México. ISSN: 2683-1546. 2018. Disponible en: <http://transicionenergetica.ineel.mx/Revista.mvc/C2n2v2>
- [2] Fornillo, B, “Hacia una definición de transición energética para Sudamérica: Antropoceno, geopolítica y posdesarrollo” 2018. Disponible en: <https://static.ides.org.ar/archivo/www/2012/04/5-FORNILLO.pdf>
- [3] DigitalES. “La digitalización en el sector energía transformación tecnológica y energética”, Madrid, 2019. Disponible en: <https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/06/energia-y-digitalizacion.pdf>
- [4] Roger Hildingsson, Bengt Johansson b, “Governing low-carbon energy transitions in sustainable ways: Potential synergies and conflicts between climate and environmental policy objectives. Energy Policy, Volume 88, 2016, pp. 245-252.
- [5] OLADE. “Manual Estadística Energética” 2017 Disponible en: <http://www.olade.org/publicaciones/manual-estadistica-energetica-2017/>
- [6] Peralta Miranda, P., Santiago Stefanell, Í. C., Cervantes Atia, V., & Salgado Herrera, R. P. (2018). Calidad de Servicio en una institución de educación superior en la ciudad de Barranquilla. Ciencias Administrativas, 11, 017–017. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/23143738E017>
- [7] Muhammad A. “Role of Energy Conservation and Management in the 4D Sustainable Energy Transition” Sustainability. Saudi Arabia. 2020, 12, 10006; doi:10.3390/su122310006
- [8] dena- Agencia Alemana de Energía “ESTUDIO MULTIACTOR, Blockchain en la transición energética integrada”. Alianza Energética entre México y Alemania. 2019. Disponible en: https://www.energypartnership.mx/fileadmin/user_upload/mexico/media_elements/gallery/BC_Integrated_Energy_Transition_EXSUM.pdf
- [9] IEA. Digitalization and Energy, Technical Report; International Energy Agency: Paris, France, 2017; Available online: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy> (accessed on 12 November 2020).



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [10] Steffen L., Johanna P., Tilman Santarius. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand?. *Ecological economics* 176. 2020.
- [11] International Renewable Energy Agency, IRENA, “Rutas de acción recomendadas” España 2019. Disponible en: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1709>
- [12] Atzori L, Iera A, Morabito G (2010) Internet de las cosas: una encuesta [J]. *Red informática* 54 (15): 2787–2805 Universidad de Guayaquil, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación).
- [13] OMA (2019), Informe de estudio sobre tecnologías disruptivas, Organización Mundial de Aduanas, Bruselas, 2015
- [14] Zhang Yu, JiangtaoWen1 “The IoT electric business model: Using blockchain technology for the internet of things Peer-to-Peer Netw. Appl. 10:983–994. DOI 10.1007/s12083-016-0456-1(2017)
- [15] [IRENA a], Panorama de la innovación para un futuro impulsado por energías renovables: soluciones para integrar energías renovables variables, Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dhabi, 2019
- [16] IEC “¿Qué es una red inteligente?” Comisión Electrotécnica Internacional 2019
- [17] IRENA b., Innovation landscape brief: Internet of Things, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.. 2019.
- [18] IRENA c, Innovation landscape brief: Artificial intelligence and big data, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.,
- [19] IRENA d, Innovation landscape brief: Blockchain, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2019
- [20] Artificial Intelligence Techniques for a Scalable Energy Transition Advanced Methods, Digital Technologies, Decision Support Tools, and Applications, Sayed-Mouchaweh, Moamar, 2020
- [21] Jinsong Wu, Song Guo Jie Li. “Big Data Meet Green Challenges: Big Data Toward Green Applications”., 2015
- [22] Congreso de la República de Colombia, Ley 1715 "Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. 2014
- [23] Ortega Arango S., Ángel Sanint E., & Jaramillo Vélez A. “Escenarios energéticos para Colombia en El Marco del COVID-19”, Colombia, 2020 Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2530/EsenariosEnerg%C3%A9ticosCovid19-WP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [24] Ministerio de Minas y energía. “Transición energética de Colombia. Memorias al congreso” Colombia 2019
- [25] Congreso de la República de Colombia, Ley 2099 por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones. 2021
- [26] Gobierno de Colombia “Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia”, 2021



*XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021*

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

5. SEGURIDAD INFORMÁTICA Y REDES TELEMÁTICAS



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Implementación del API Speech to text de Google para el registro de datos en un Sitio Web

Andrés Felipe Cortés Poveda
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70,
Bogotá
anfocortes@correo.udistrital.edu.co

Andrés Felipe Rozo Brijaldo
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70,
Bogotá
afrozob@correo.udistrital.edu.co

Sonia A. Pinzón Núñez
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Cl. 68d Bis A Sur #49F - 70,
Bogotá
spinzon@udistrital.edu.co

RESUMEN

Las tecnologías que implementan técnicas de inteligencia artificial en el reconocimiento biométrico han tenido un amplio campo de desarrollo especialmente en las aplicaciones web y móviles, mejorando la funcionalidad y adaptabilidad de estas para su uso en distintos ámbitos como comercial, educativo y social. De esta manera, este tipo de aplicaciones han logrado facilitar la vida diaria de los usuarios, permitiendo que procesos como la autenticación o la identificación y el registro de datos puedan realizarse de forma rápida, segura y accesible.

Este artículo se centra en describir como se implementó el servicio Speech to text de Google en el desarrollo de un Sitio Web para el registro de datos. Adicionalmente haciendo uso de tecnologías como Angular, Firebase, JavaScript, HTML y CSS.

ABSTRACT

Technologies that implement artificial intelligence techniques in biometric recognition have had a wide field of development, especially in web and mobile applications, improving their functionality and adaptability for use in different areas such as commercial, educational and social. In this way, these types of applications have managed to facilitate the daily life of users,

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.

XI. Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Ciudad de Bogotá.

allowing processes such as authentication or identification and data registration to be carried out in a fast, secure and accessible way.

This article focuses on describing how Google's Speech to text service was implemented in the development of a Website for data registration. Also making use of technologies such as Angular, Firebase, JavaScript, HTML and CSS.

Categorías y Descriptores Temáticos

D.2: Software engineering: Software creation and management, Software development techniques, Software prototyping.

D.2: Ingeniería de software: creación y gestión de software, técnicas de desarrollo de software, prototipos de software.

Términos Generales

Desarrollo de Software, Aplicaciones Web, reconocimiento de voz

Palabras clave

Desarrollo de Software, Aplicaciones Web, reconocimiento de voz, Servicios Google.

Keywords

Software Development, Web Applications, Speech Recognition, Google Services.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo web ha estado marcado por los avances tecnológicos y las herramientas que surgen como resultado de las investigaciones que permitan mejorar la funcionalidad y usabilidad para los usuarios con el objeto de facilitar su acceso desde cualquier tipo de dispositivo.

Adicionalmente, la expansión de los sistemas de cómputo en la nube y la incorporación de técnicas de Inteligencia artificial han logrado que sistemas como los desarrollados por el Internet de las cosas o IoT y el Machine learning, se consideren como aspectos que debieran estar ligados al desarrollo web [3]. En este ámbito compañías como Microsoft (Azure) [9], Amazon [1] y Google [7] han enfocado sus desarrollos en la generación de servicios open-source, uno de ellos relacionado con el reconocimiento de voz a



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

través de servicios como Big Speech API, AWS Recognition y Speech to text respectivamente [10].

Como alternativa para aplicar las tecnologías descritas anteriormente, el proyecto objeto del artículo, incorpora el servicio de Google Speech to text para el reconocimiento de voz al sitio web de la Fundación Color y Esperanza por nuestros héroes – FUNCOES, entidad colombiana que agrupa y orienta a personas que han perdido familiares como víctimas del conflicto armado.

2. OBJETIVO

Desarrollar un Sitio Web que permita registrar datos utilizando el servicio de reconocimiento de voz de Google Speech to text.

3. METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Para el desarrollo del sitio web se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos.

Problemática

La propuesta para desarrollar el sitio web surge como una alternativa tecnológica en respuesta a la necesidad de publicación, difusión y distribución de la información, eventos, actividades y proyectos que promueve la “Fundación Color y Esperanza por nuestros Héroes” – FUNCOES, cuyo objetivo propiciar el tejido social y mantener la memoria histórica de sus familiares fallecidos como víctimas del conflicto armado en Colombia.

Por otra parte, se identificó la necesidad de registrar los datos, relatos e historias de los miembros que se encuentran a lo largo del territorio nacional y que en algunos casos su comunicación se hace mediante un celular.

Funcionamiento del reconocimiento de voz automático

Un sistema de reconocimiento de voz o sistemas de reconocimiento humano conocidos como automatic speech recognition o speech-to-text, se encargan de obtener las palabras de la voz humana y traducirlas en enunciados de texto[5]. Este proceso se puede realizar mediante algoritmos que aplican técnicas de inteligencia artificial que son capaces de reconocer diferentes tipos de voces y transformarlas en texto a través de un conjunto de módulos que realizan diferentes procesos como: la segmentación de la señal, la extracción de rasgos característicos, la decodificación a partir de diccionarios y modelos acústicos y de lenguaje y finalmente el pos procesamiento de texto[4], tal como se observa en la Figura 1.

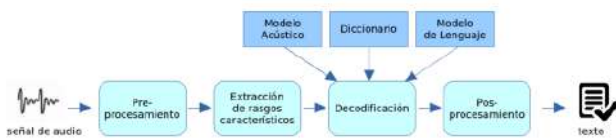


Figura 1. Esquema de un sistema de reconocimiento del habla - [4] Campos, D. C. (2020, 15 mayo). ¿Cómo funciona el reconocimiento automático del habla [4].

Servicios de reconocimiento de voz en Cloud

Con la revolución de los sistemas cloud, que proveen una infraestructura informática para el almacenamiento y procesamiento de datos a nivel mundial, son varias las compañías que ha generado una serie de servicios y APIs, entre los más destacados se encuentran Google [8], Amazon [1] y Microsoft [9], los cuales incorporan diferentes servicios que aplican machine learning para el reconocimiento biométrico [10]. En la Figura 2 se pueden observar los servicios para reconocimiento de voz que ofrecen estas compañías.

De esta forma los desarrolladores de aplicaciones web y móviles pueden acceder a dichos servicios e incluir nueva funcionalidad que se ajuste a las necesidades de los usuarios [2].

	aws	Azure	Google
Servicio gestionado para Machine Learning	Sage Maker	Azure Machine Learning Studio Service Azure Machine Learning	Cloud Machine Learning Engine
Reconocimiento de voz e interfaz de conversación	Amazon Lex	Bing Speech API Speaker Recognition API	Dialogflow Enterprise Edition
Texto a voz	Amazon Polly	Bing Speech API	Text-to-Speech
Visión	Amazon Rekognition	Computer vision: Face API Emotions API	Cloud vision
PLN	Amazon Comprehend	Language Understanding Intelligent Service (LUIS)	Cloud Natural Language
Traducción	Amazon Translate	Translator Text	Cloud Translation
Video	Amazon Rekognition Video	Video API	Cloud Video Intelligence
Servicios de asistente personal	Alexa Skills Kits	Azure AI Bot Framework	Actions on Google
Servicios ML automatizado			Cloud AutoML

Figura 2. Cuadro de servicios Machine Learning en la nube - [8] López, S. (2020, 7 septiembre). Machine Learning en la nube: cómo se aplica en Amazon Web Services (AWS). [8].

Servicio Speech to Text de Google

Es un Api de Google en la nube que incorpora las técnicas de IA, y contiene la funcionalidad para convertir voz en texto de una manera precisa [6]. Permite a los usuarios enviar una señal de audio desde su dispositivo y realizar la transcripción aplicando la funcionalidad que se encuentra en la plataforma Google Cloud que contiene todos los servicios asociados a Internet de las cosas IoT y Machine Learning ML, cuya arquitectura se visualiza en la Figura 3.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

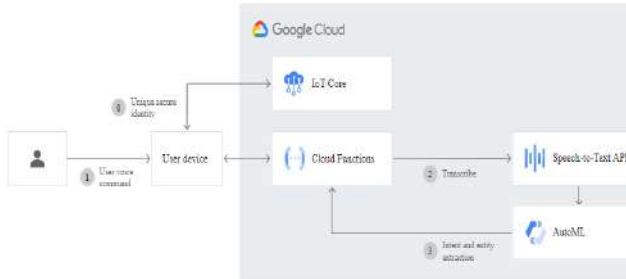


Figura 3. Arquitectura del Servicio Speech to Text de Google - Google. (2020). Speech-to-Text: reconocimiento de voz automático. Google Cloud. [6].

Propuesta Tecnológica

El proyecto consiste en la integración del Servicio Speech to Text de Google desde Angular para el registro de datos en un sitio web.

Descripción Del Sistema

El sistema facilitará el registro de datos de los miembros de la fundación FUNCOES, mediante el reconocimiento de voz, el cual generará un documento que tendrá la transcripción completa del audio a un documento textual y digital. Adicionalmente se podrá visualizar información relacionada con la información general de la fundación como objetivos, eventos, noticias y proyectos.

Para ello se utilizan tecnologías y herramientas como: Angular, Bootstrap, JQuery, JavaScript, HTML y CSS. En la Figura 4, se presenta el diagrama de contexto el cual representa la funcionalidad propuesta en la aplicación.

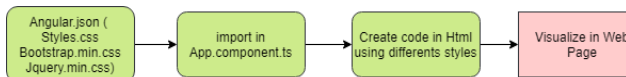


Figura 4. Diagrama de contexto del sistema. Elaboración propia

Módulos Del Sistema

El sitio web comprende los siguientes módulos:

- Módulo inicio: permite la visualización general del sitio web con las noticias e información de la fundación a todos los usuarios que ingresen a el sistema web, esta vista se observa en la Figura 5.

Para la implementación de las noticias de Facebook, se utilizó la herramienta llamada “Facebook Developers”, con la cual se obtiene un código SDK para visualizar una página específica dentro del sitio web.



Figura 5. Página inicio sitio web. Elaboración propia

- Módulo Galería de imágenes permite visualizar imágenes representativas acerca de la fundación, para su desarrollo se utilizaron herramientas como JavaScript, Angular material y Bootstrap, mediante estos se permitió realizar los diseños responsive de cada una de las imágenes que se visualizarán en la página.
- Módulo gestión de usuarios: Este módulo se encarga de permitir el acceso al sistema mediante un usuario que será autorizado en la consola de Firebase por el administrador. En la Figura 6 se observa la vista de gestión de usuarios.



Figura 6. Gestión de usuarios del sitio web. Elaboración propia

- Módulo Grabar historia: En este módulo el usuario podrá grabar su historia mediante dos formas: texto y/o voz, para ello se hace uso del servicio Speech to Text Recognition de Google[6], con el cual se permitió realizar la inserción de datos de registro y de historias. En la Figura 7 se observa el diagrama de contexto de este módulo.

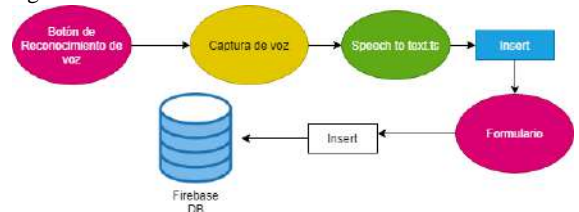


Figura 7. Diagrama de Contexto módulo grabar historia. Elaboración propia



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- La interfaz de este módulo permite a los usuarios miembros de la fundación registrar los datos personales accediendo al reconocimiento de voz mediante el botón de micrófono, de igual forma, en el campo para la historia, cada usuario miembro podrá realizar la grabación de su historia personal, ya sea mediante uso de teclado, insertando los datos manualmente. La interfaz de este módulo se observa en la Figura 8.

Graba tu historia

Nombre

Apellido

Edad

Historia

[Enviar](#)

Figura 8. Formulario grabar historia.
Elaboración propia

RESULTADOS

El sitio web de la Fundación FUNCOES se encuentra en revisión por parte de los miembros directivos. Pero hasta el momento las pruebas realizadas en cuanto al módulo que incorpora el servicio de reconocimiento de voz ha generado buenos resultados.

Como resultado del desarrollo del proyecto la fundación FUNCOES, pretende mejorar sus procesos para gestionar la información generada y de esta manera almacenar los relatos e historias con el objeto de tener evidencias para promover proyectos relacionados con la memoria histórica del país.

CONCLUSIONES

El software desarrollado con ayuda de la tecnología Firebase y de reconocimiento de voz por parte de Google, brinda una solución a los miembros de la fundación para que estos tengan acceso a como grabación de historia la cual rellena mediante el reconocimiento de voz sin tener que digitar ninguna palabra, de igual forma les brinda una página web en la cual podrán darse a conocer a el pueblo colombiano.

Se logró la integración del servicio Speech to Text de Google mediante el Framework de Angular y la plataforma de Firebase para que el sitio web contenga los elementos necesarios de acuerdo a las necesidades planteadas inicialmente.

Este tipo de aplicaciones abre las puertas al desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas para la integración de los servicios Machine Learning que ofrecen las grandes compañías, en este caso Google, mediante el código abierto.

4. REFERENCIAS

- [1] Amazon. (2021). *Plataforma AWS*. Amazon AWS. (9/07/2021). Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/>
- [2] Arias Castañeda, A. Riaño Moreno, C. Pinzón Nuñez, S. (2021). Integración de tecnologías OCR y reconocimiento de voz para captura de datos en aplicaciones móviles. IV Congreso Internacional de investigación multidisciplinario INCAING 2021. páginas 525-534. (9/07/2021). Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1fB7TPFEQmTxLKKCcWIE9MFtW9HcAEO3h/view>
- [3] Banafa, A. (2021b, enero 11). Diez tendencias del Internet de las Cosas en 2020. OpenMind. (09/07/2021). Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/diez-tendencias-del-internet-de-las-cosas-en-2020/>
- [4] Campos, D. C. (2020, 15 mayo). ¿Cómo funciona el reconocimiento automático del habla? Medium. (9/07/2021). Obtenido de: <https://medium.com/soldai/c%C3%B3mo-funciona-el-reconocimiento-autom%C3%A1tico-del-habla-eb038ecfe72e>
- [5] Franco Salvador, M. (2011). Navegación web usando la voz (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). (15/08/2021). Obtenido de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/119104/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [6] Google. (2020). Speech-to-Text: reconocimiento de voz automático. Google Cloud. (9/07/2021). Obtenido de: <https://cloud.google.com/speech-to-text?hl=es>
- [7] Google Cloud. (2021). *Cloud Computing Services* /. (9/07/2021). Obtenido de: <https://cloud.google.com/>
- [8] López, S. (2020, 7 septiembre). Machine Learning en la nube: cómo se aplica en Amazon Web Services (AWS). DIGITAL55. (9/07/2021). Obtenido de: <https://www.digital55.com/innovacion/machine-learning-nube-como-aplica-aws/>
- [9] Microsoft. (2021). *Servicios de informática en la nube*. Microsoft Azure. (9/07/2021). Obtenido de: <https://azure.microsoft.com/es-mx/>
- [10] Olcina Valero, A. (2017). Desarrollo de aplicaciones web con el API de Google Cloud (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). (5/06/2021). Obtenido de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/91213/OLCINA%20-%20Desarrollo%20de%20aplicaciones%20web%20con%20el%20API%20de%20Google%20Cloud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [11] Pérez, J., Díaz, F. J., & Harari, I. (2017). Ejecución de comandos de voz mediante Web Speech API. In XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2017). (5/06/2021). Obtenido de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/119104/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Transformación en el área digital y tecnológica de las compañías para ser competitivas e innovadoras en Latinoamérica

Sol Tatiana Sánchez Bocanegra
Ingeniería en Telemática
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
(57)314424469
stsanchezb@gmail.com

Stiven González Martin
Ingeniería en Telemática
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
(57)3058934518
sgonzalezmartin@outlook.com

Miguel Angel Leguizamón Páez
Ingeniería en Telemática
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
(57) 3106987623
maleguizamomp@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En este documento se hace un repaso por la situación actual de América Latina en cuanto al nivel de madurez de innovación empresarial y transformación digital y se describen algunos problemas que enfrentan las empresas para la adopción de tecnologías transformadoras que aporten productividad e innovación, así mismo se propone un modelo de transformación digital para llevar a cabo este proceso.

En el documento se hace un análisis preliminar de la situación actual de Latinoamérica en cuanto al uso de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TICs) al interior de las empresas, especialmente en aquellas que se denomina Pymes (Pequeñas y medianas empresas), para continuar con la situación particular del proceso de transformación TIC en Colombia basándose en el modelo de madurez de la transformación digital de Innpulsa y Mintic Colombia [11].

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.

XI. Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Ciudad de Bogotá.

ABSTRACT

In this paper we review the current situation in Latin America in terms of the level of maturity of business innovation and digital transformation and we describe some problems that companies face for the adoption of transformative technologies that provide productivity and innovation. proposes a digital transformation model to carry out this process.

The document makes a preliminary analysis of the current situation in Latin America regarding the use of Information and Communication Technologies (ICTs) within companies, especially those called Pymes (Small and medium-sized companies), to continue with the particular situation of the ICT transformation process in Colombia according to the digital transformation maturity model of Innpulsa and Mintic Colombia [11].

Categorías y Descriptores Temáticos

Social and professional: topics Professional, topics Computing and business, Automation.

Temas sociales y profesionales: Temas profesionales, Computación y negocios, Automatización

Términos Generales

Transformación digital, innovación, productividad empresarial.

Palabras clave

Innovación, empresas, Latinoamérica, transformación, digital

Keywords

Innovation, companies, Latin America, transformation, digital-



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la cambiante economía global, donde las compañías se ven enfrentadas a una cuarta revolución industrial [1], en la que la tecnología digital y física juegan un papel relevante, estas, deben adaptarse y mantenerse a la vanguardia de cómo sus clientes perciben y consumen sus productos y servicios para no fracasar. Pero no todos los países y sus economías están preparados para tal fin. Latinoamérica es una región que necesita involucrarse de manera más activa en procesos de innovación y en la cual la transformación digital va a pasos lentos.

El presente artículo, en uno de sus apartados, da a conocer y se hace una contextualización de lo que se ha planteado para el caso de Colombia desde el nivel gubernamental, llevando a cabo estudios y propuestas en los cuales se han establecido frentes y líneas en el proceso de transformación digital encaminados a ser analizados y aplicados por parte de las empresas y especialmente en las conocidas como Pymes apuntando mejorar su cultura organizacional y a buscar que se conviertan en empresas más competitivas.

No se puede dejar de lado la importancia de analizar la situación actual de uso de las TICs en pro de muchos aspectos de la sociedad, especialmente teniendo en cuenta la pandemia en la cual se encuentra inmersa la humanidad y que ha acelerado el proceso de transformación digital tan necesario para la misma.

2. OBJETIVOS

- Analizar la situación actual de las empresas en Latinoamérica en relación con los procesos de transformación digital
- Comprender los procesos que deben cambiar al interior de las organizaciones con el fin de estar a la vanguardia con la aplicación y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones apuntando a procesos de transformación digital.
- Proponer un modelo de transformación digital que sea útil para las empresas a nivel de Latinoamérica basándose en el uso de las TIC en pro de sus objetivos.

3. MARCO TEORICO

Con el fin de contextualizar al lector, a continuación, se presentan algunos términos que son importantes al momento de abordar el tema objeto del presente artículo, a saber:

Uno de los conceptos más importantes para el desarrollo del presente artículo es el que hace referencia a los Objetivos estratégicos, entendidos como las metas y estrategias planteadas por una organización para reforzar, a largo plazo, la posición de la organización en un mercado específico, es decir, son los resultados que la empresa espera alcanzar en un tiempo mayor a un año, realizando acciones que le permitan cumplir con su misión, inspirados en la visión [13].

En cuanto a la cultura organizacional y su concepto supone unas presunciones, unos valores, unos artefactos culturales que suponen tanto un control 'invisible' del comportamiento de los miembros de la organización, como un esquema de adaptación y supervivencia en las organizaciones y un esquema de transición y reproducción simbólica de las mismas [14].

El término de gerencia de proyectos hace referencia a todas las actividades que se adelantan en la etapa de ejecución del proyecto, que por la magnitud de las inversiones, por la participación de un número creciente de contratistas animados por el cumplimiento de sus respectivos compromisos, por la diversidad y complejidad de las acciones que se realizan y la secuencia de las mismas, determinan la generación permanente de conflictos entre los diferentes actores, lo cual advierte la necesidad de instaurar un modelo gerencial que dirija y coordine la diferentes actividades encaminadas a garantizar la entrega oportuna del proyecto dentro de las especificaciones de alcance, costo y calidad [16].

Otro concepto de prevalencia en el presente documento es el de Innovación entendida como la transformación de conocimiento en nuevos productos y servicios. No es un evento aislado, sino la respuesta continua a circunstancias cambiantes [15].

Una estrategia digital es un medio para establecer objetivos y programas de acción para dirigir iniciativas digitales, medir su progreso y replantearlas según sea necesario. Las estrategias digitales representan una respuesta a las oportunidades y amenazas externas y permiten la transformación de productos, procesos, aspectos organizacionales y modelos de negocio mediante el uso de las nuevas tecnologías para lograr la ventaja competitiva de la organización mediante la prestación de servicios mediante canales digitales [17]

Para el caso de la colaboración y la analítica este documento se basa en el conceptos establecido en 2011 por IBM, el cual presenta un modelo (S. Berman & Bell, 2011) que a partir del análisis de compañías líderes y de sus clientes, sustenta que con la construcción de nuevas capacidades como innovación, colaboración y analítica, entre otras, se alcanza el desarrollo de dos dimensiones: el modelo operativo con el uso de tecnologías digitales y la propuesta de valor para el cliente, obteniendo así un encuentro entre el mundo físico y digital [18].

Al hacer referencia a la Ciberseguridad se tiene en cuenta el concepto que apunta a entenderla como la protección de activos de información, mediante el tratamiento de las amenazas. Con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, se facilita un desarrollo sin precedentes en el intercambio de información y comunicaciones, que conlleva serios riesgos y amenazas en un mundo globalizado; y las amenazas en el espacio digital adquieren una dimensión global que va más allá de la tecnología. [19]

4. DESARROLLO

4.1. Situación actual en Latinoamérica

El informe de competitividad global de 2018 [2] afirmaba que en los siguientes años crecería la importancia de la agilidad en



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

innovación para incrementar la productividad y competitividad comercial y que se debía aprovechar la tecnología para el crecimiento de las economías mundiales, para lograr una transformación digital, promesa que no se ve aún reflejada en su totalidad.

Dicho informe realizado a 140 economías reveló que Estados Unidos es la economía más competitiva seguida por Singapur, Alemania, Suiza y Japón, ya que, entre otros factores, disponen de la infraestructura y conectividad tanto física como digital de punta a nivel mundial.

En cuanto a Latinoamérica el informe revela que la frágil competitividad de su economía, además de factores sociales y ambientales, se debe a la baja capacidad de innovación y generación de ideas para comercializar y el objetivo de utilizar la tecnología para lograr un progreso económico no se cumple.

Aunque la pandemia aceleró exponencialmente la transformación digital en el mundo [3], Latinoamérica aún se ve rezagada principalmente en cuanto al acceso a conectividad, uso efectivo del internet de la población y de las pymes y baja innovación [4]. Según el índice de Competitividad 2020, de los 63 países estudiados, Chile es el primer país latino de la lista con una puntuación en innovación digital de 61,5 sobre 100 posibles y aun así esta puntuación solo le alcanza para quedar en el puesto 41. El siguiente país latino es Brasil con 52,1 puntos, quedando en el puesto 51 a nivel general. Para el año 2010, la adopción de tecnologías básicas era baja. Chile, Brasil y Argentina fueron líderes en la región con adopción de las TIC ya que en promedio un 75% de empresas en estos países, contaban con sitio o página de internet, mientras que algunos países latinoamericanos solo llegaban al 30%.

Los datos más recientes en este campo son de 2017, los cuales arrojan resultados más alentadores con adopción de presencia en la web de parte de las empresas, con grandes avances en países como Ecuador, Perú, y Paraguay y a nivel general se tiene un promedio de adopción de tecnologías básicas de un 70% [5]. Sin embargo, la adopción en estas tecnologías básicas no es suficiente. Las herramientas digitales más avanzadas para el aumento de la productividad aún están lejos de ser un común denominador en la región. La computación en la nube, internet de las cosas y la Big data, donde el mejor país posicionado es de nuevo Chile con cerca de un 45% de adopción en estas tecnologías sin embargo la brecha con los países de la OCDE es alta ya que se tiene un nivel de adopción entre el 70 y 80%. [6].

Y si aumentar la productividad laboral es el elemento para el avance de la economía, de igual manera se puede afirmar que Latinoamérica lleva un crecimiento muy bajo desde hace ya 70 años ya que hacia los años 50 del siglo pasado, la productividad de la región ha bajado niveles considerables y no se ha recuperado. En la actualidad dicha productividad solo es del 24% y su fuerza laboral es del 76%, mientras que, en países como China, la productividad es del 96% contra un 4% de fuerza laboral. [7]

La competitividad de Latinoamérica se basa en la explotación de recursos naturales y la mano de obra carece de formación. Para la

cadena de procesos de explotación de materias primas la actividad tecnológica y digital es casi nula y los procesos son primitivos aún por lo que la producción ofrece un bajo contenido tecnológico y de valor. por lo que se debe diversificar hacia una productividad relacionada con la tecnología y dar valor a productos y servicios por medio de la innovación. [7]

Además de productos y servicios innovadores las empresas deben enfocar sus esfuerzos en transformar las otras etapas de la cadena de producción [8] y hacer partícipes las diferentes tecnologías en aras de hacer realidad la transformación digital. Las etapas de obtención de insumos al implementar sistemas para transmitir información, en la etapa de procesos automatizar dichos procesos empresariales mediante herramientas como ERP y B2B y en la etapa de distribución, digitalizar canales de ventas [8] Al digitalizar estos procesos básicos se puede dar un paso más e incorporar herramientas más avanzadas como computación en la nube, para llevar los procesos de la etapa de insumos y procesos a la nube, IOT, de igual manera, para la etapa de procesos y producción lo que ahorrara posibles errores humanos y costos y Big data en la etapa de ventas, para estudiar los comportamientos de los clientes a la hora de comprar, de no realizar una venta, entre otras variables valiosas para la empresa. [8]

Pero ¿cómo podría, dicha transformación digital, llevarse a cabo en las empresas principalmente en las pymes? Este proceso debe ir encaminado a cambiar el concepto que se tiene de la tecnología como un área o herramienta más y tomarla como un poderoso apoyo en decisiones estratégicas, mejoras en los procesos, obtención y fidelización de nuevos clientes, optimización e innovación de los productos. Tomando el ejemplo de la empresa Tesla, qué fue de las 5 empresas más innovadoras del 2020 según La República, 2021[9], su misión se centra en “acelerar la transición del mundo al transporte sostenible” donde son conscientes de la necesidad de migrar a tecnologías eco friendly y van aún más allá no solo centrándose en un mercado local sino uno a nivel mundial y visualizaron, mucho antes que otras empresas de su tipo, que este cambio hacia transporte y energías sostenibles, era inminente y necesario para la preservación del planeta [10].

Y es que la transformación digital no solo trae beneficios para las empresas, sino que lo son para la sociedad en general ya que se genera mayor productividad, acceso a servicios básicos como educación, salud, banca y acceso a mercados globales, entre otros. [5].

4.2. Caso Colombia

Basándose en el modelo de madurez de la transformación digital de Innpulsa y Mintic Colombia [11] se ha planteado el siguiente proceso de transformación TIC para las empresas en Colombia:

4.2.1. Frentes de la Transformación Digital

En primer lugar, la transformación digital de una compañía debe ir de la mano en estos tres frentes de la organización:

- **Objetivos estratégicos:** Debe existir la total disposición de la alta gerencia de cambiar y optimizar varios procesos que se vienen llevando a cabo quizás de una manera obsoleta.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

También estar abiertos a la posibilidad de cambiar el modelo de negocio y realizar cambios en la estructura organizacional, competencias y capacitación al personal, asignar un presupuesto a estas tareas y responsables para que dichos cambios ocurran. De esta forma la transformación digital se vuelve un objetivo estratégico en la compañía.

- **Cultura Organizacional:** La cultura de la organización debe migrar hacia ampliar o complementar las competencias de los colaboradores. Además de la capacitación continua en herramientas digitales, y de colaboración.
- **Innovación:** Este aspecto se refiere a cambiar los procesos, productos o servicios y transformarlos hacia las necesidades del consumidor y que no pueda encontrar en la competencia, fortaleciendo el valor agregado de la empresa.

4.2.2. Líneas de la Transformación Digital

Como segunda medida, se han analizado cuatro líneas principales [12] en el proceso de transformación digital para que dichas compañías logren ser más competitivas e innovadoras en el área digital y tecnológica, los cuales se mencionan a continuación:

- **Gestión de Proyectos y desarrollo de Software:** Busca reducir costos sistematizando procesos, innovar, mejorando productos y/o servicios además de gestionar y velar porque los proyectos de TI que se implementen en la organización se cumplan a cabalidad.
- **Estrategia digital:** Se fortalece la marca empresarial y se hace presencia en línea para los clientes. Se abren o amplían canales digitales para la venta de productos y/o servicios y recolección de información.
- **Analítica de Datos y Herramientas de Colaboración:** Al hacer presencia en línea se recolectarán numerosos datos, los cuales se deben analizar, gestionar y convertir en indicadores de mejora de procesos, de creación de nuevos productos, como se perciben los productos o servicios por el cliente. Las herramientas de colaboración optimizan el trabajo de los equipos internos de la empresa por medio de comunicación, seguimiento, gestión de tareas y gestión documental, incrementando las competencias digitales de los equipos de trabajo.
- **Infraestructura:** Al empezar a manejar analíticas de datos más la anterior información con que ya contaba la empresa se vuelve imprescindible protegerla, por lo cual, se debe gestionar de la mejor manera por medio de la implementación de seguridad informática y su correcto almacenamiento en la nube. En este ítem se pretende implementar herramientas, aplicaciones y una cultura empresarial orientada a la protección de este importante activo de la organización.

5. PROPUESTA DE MODELO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

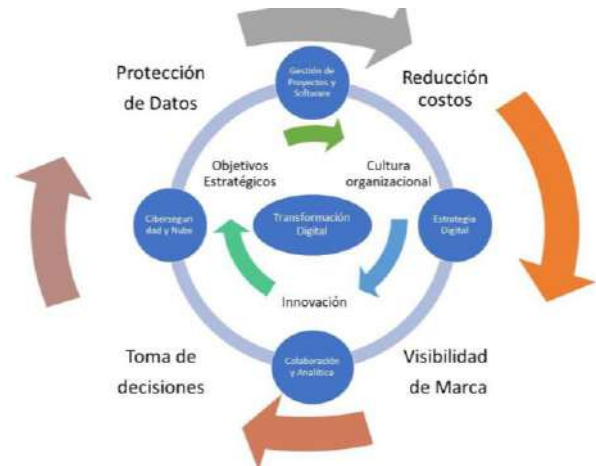


Figura 1. Proceso de transformación digital en las empresas. Fuente: Elaboración propia

Según la figura 1 la empresa empezaría una estrategia de transformación digital de la siguiente forma:

- a) La compañía visualiza la necesidad de transformarse digitalmente.
- b) Decide cambiar su cultura organizacional, sus objetivos estratégicos e innovar en sus servicios y/o productos y procesos.
- c) Se implementan una o varias soluciones digitales según su modelo de negocio.
- d) Gracias a la implementación de dicha solución digital, la empresa mejora sus procesos, la relación con el cliente, aumenta la competitividad y reduce costos.

Por tanto, el encaminamiento de las compañías hacia la transformación digital debe ir de la mano del cambio al interior de esta, donde la cultura y objetivos estratégicos de la pyme se combinen con el componente tecnológico, con lo que se generará valor agregado en cuanto a la protección de datos, reconocimiento de marca, reducción de costos y toma de decisiones orientadas al enfoque TIC.

Como se puede observar es una propuesta cíclica en la cual el centro de la actualización de las organizaciones o empresas debe ser el concepto de transformación digital, alrededor del cual van girando los objetivos estratégicos, la cultura organizacional y los procesos de innovación, unidos a continuación por una capa exterior en la cual se debe tener en cuenta que esos procesos de transformación digital, por supuesto, deben tener en cuenta



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

elementos administrativos como la gestión de proyectos, la gestión y uso de software unido a una estrategia digital, haciendo uso de herramientas propias de la colaboración y la analítica sin dejar de lado los procesos de ciberseguridad y uso de la nube para los propósitos aquí expuestos. Ya para finalizar la propuesta y en la capa más externa se presenta el ciclo en el cual se debe evidenciar y apuntar, en la medida de las posibilidades, a la reducción de costos, por supuesto debe promoverse la visibilidad de marca y la protección de los datos que sumados permiten a la alta gerencia y en general a los integrantes de los equipos de trabajo tomar decisiones en pro del negocio.

6. CONCLUSIONES

La transformación digital se está dando en Latinoamérica, pero no a la velocidad que se requiere para competir y suplir las necesidades de sus clientes y de la sociedad. No solo se trata de crear empresas sino de hacerlas crecer [3]. De la mano de la tecnología y la innovación las empresas podrán conseguir este crecimiento tan necesario para que la región sea competitiva e innovadora a nivel mundial.

A pesar de que la tecnología se encuentra en un alto número de hogares y empresas a nivel de Latinoamérica, algunas empresas aún están lejos de estar a la vanguardia de las tecnologías y por tanto en contacto con sus clientes, sin embargo, el deseo de un cambio está latente en sus planes futuros, situación que debe ser tenida en cuenta en los procesos de transformación digital e innovación tecnológica.

El avance diario de la tecnología en el mundo hace que este campo sea muy prometedor para las empresas que se encaminen hacia la transformación digital y para aquellas que acompañen a otras en este crecimiento.

Si bien existen muchos competidores, así mismo existen muchas pymes a las cuales brindarles la promesa de valor agregado la cual es que se conviertan en compañías más competitivas e innovadoras en el área digital y tecnológica.

7. REFERENCIAS

- [1] BBC (2016) (A. B.). *Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos)* [Internet]. Disponible en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>
- [2] World Economic Forum. WEF. (2018). *Informe Global de Competitividad* [Internet]. Disponible en <http://www.cdi.org.pe/InformeGlobaldeCompetitividad>
- [3] CEIB. (2021). *Actividad enmarcada en las reuniones preparatorias del xiii encuentro empresarial iberoamericano, en el marco de la xvii cumbre iberoamericana de jefes de estado y de gobierno de andorra 2021* [Internet]. Disponible en <http://www.andi.com.co/Uploads/INFTD.pdf>
- [4] OCDE (2019) *La transformación digital: tendencias globales y oportunidades para América Latina* [Internet]. Disponible en <http://s017.sela.org/media/3315722/la-transformacion-digital-y-america-latina.pdf>
- [5] OCDE (2019) *Perfilando la transformación digital en América Latina MAYOR PRODUCTIVIDAD PARA UNA VIDA MEJOR* [Internet]. Disponible en <http://www.sela.org/media/3220668/perfilando-la-transformacion-digital-en-america-latina.pdf>
- [6] Benavente J., Suaznábar C. *Políticas 4.0 para la cuarta revolución industrial*. [Internet]. Disponible en <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/politicas-de-transformacion-digital>
- [7] OECD, CAF (2020) *Perspectivas económicas de América Latina 2020 Transformación digital para una mejor reconstrucción* [Internet]. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/f2fdced2-es/index.html?itemId=/content/publication/f2fdced2-es>
- [8] CAF (2017) *Hacia la transformación digital de américa latina y el caribe: el observatorio CAF del ecosistema digital*. [Internet]. Disponible en <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1059/Observatorio%20CAF%20del%20ecosistema%20digital.pdf?sequence=7&isAllowed=y%20pag%20116%20del%20pdf>
- [9] La República (2021) *Apple, Alphabet, Amazon, Microsoft y Tesla ocupan los primeros lugares del ranking desarrollado por Boston Consulting Group*. [Internet]. Disponible en [https://www.larepublica.co/globoeconomia/la-mitad-de-las-50-empresas-mas-innovadoras-de-este-ano-son-tecnologicas-3154237%20\(La%20rep%20C3%20BAblica\)](https://www.larepublica.co/globoeconomia/la-mitad-de-las-50-empresas-mas-innovadoras-de-este-ano-son-tecnologicas-3154237%20(La%20rep%20C3%20BAblica))
- [10] Sanchez G. (2021) *Innovación y adaptación estratégica como respuesta al cambio constante. El Caso Tesla* [Internet]. Disponible en <https://biblioteca.cunef.edu/files/documentos/TFG%20Gonzalo%20J.%20Sanchez%20Argenta.pdf>
- [11] Mintic, Innpulsa (2019) *Modelo de madurez para la transformación digital* [Internet]. Disponible en https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articulos-78552_archivo_pdf.pdf
- [12] CINTEL (2020) *PANDEMIA: Nivel de madurez de transformación digital en las empresas en Colombia 2018 - 2020* [Internet]. Disponible en https://cintel.co/wp-content/uploads/2021/06/Informe_ITD2020.pdf
- [13] Loly Sánchez, Cynthia Anali, Terrones Ríos, Fiorela Yanett (2013). *Incidencia del presupuesto en el logro de los objetivos estratégicos de la empresa segurimaster e.i.r.l. Trujillo – 2011-2012*. [Internet]. Disponible en http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/141/1/LOLY_CYNTHIA_INCIDENCIA_PRESUPUESTO_LOGRO_OBJETIVOS.pdf
- [14] Mena Méndez, Dariel (2019). *La cultura organizacional, elementos generales, mediaciones e impacto en el desarrollo integral de las instituciones*. Revista Pensamiento y Gestión. Fundación Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia [Internet]. Disponible en



**XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION
MÉXICO - COLOMBIA
CICOM 2021**

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- <https://www.redalyc.org/jatsRepo/646/64664303002/64664303002.pdf>
- [15] Rogelio Suárez Mella (2018). Reflexiones sobre el concepto de innovación. [Internet]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6839735>
- [16] Moreno Monsalve, Nelson Antonio. Sánchez Ayala, Luz Marina. Velosa García, José Divitt (2016). Introducción a la gerencia de proyectos. Conceptos y aplicación. Ediciones EAN. Universidad EAN. Bogotá, Colombia. [Internet]. Disponible en <https://repository.ean.edu.co/handle/10882/9547>
- [17] Perdigón Llanes, Rudibel (2020). Estrategia digital para fortalecer la gestión comercial de las cooperativas agropecuarias cubanas. [Internet]. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/cod/v8n1/2310-340X-cod-8-01-33.pdf>
- [18] Zorro Galindo, Elizabeth (2019). Modelos de madurez digital en pymes – Caso de estudio de una pyme de telecomunicaciones de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Bogotá, Colombia. [Internet]. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77419/53084327.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [19] Fernández Bermejo, Daniel; Martínez Atienza, Gorgonio (2018). Ciberseguridad, Ciberespacio y Ciberdelincuencia. [Internet]. Disponible en <https://udimundus.udima.es/handle/20.500.12226/84>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Prototipo Web de bolsa de empleos para la Universidad Distrital en dispositivos móviles

Lourdes Janeth Toro Ortiz
Ingeniería en Telemática
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
(57) 3057148518
lourdes.toro17@gmail.com

Miguel Angel Leguizamón Páez
Ingeniería en Telemática
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
(57) 3106987623
maleguizamop@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

La aplicación de Bolsa de Empleos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas JOBUD brinda a estudiantes, egresados y empresas la oportunidad de ofertar y aplicar a empleos especializados, según las carreras que ofrece la Universidad. Esta aplicación permite agilizar y hacer eficientes dichos procesos. La información almacenada en la base de datos se puede consultar en tiempo real, además permite recibir y enviar notificaciones, al aplicar a una oferta o al publicar por parte de la empresa una nueva opción de trabajo. Este proceso es innovador y brinda al usuario una excelente interacción con la aplicación, optimizando su tiempo y recursos.

ABSTRACT

The application of the Employment Exchange of the Francisco José de Caldas JOBUD University gives students, graduates, and companies the opportunity to offer and apply to specialized jobs, according to the careers offered by the University. This application makes it possible to streamline and make these processes efficient. The information stored in the database can be consulted in real time, it also allows receiving and sending notifications, when applying to an offer or when the company publishes a new job

option. This process is innovative and provides the user with excellent interaction with the application, optimizing their time and resources.

Categorías y Descriptores Temáticos

Software and its engineering: Software creation and management

Designing software, Requirements analysis.

Software y su ingeniería: Creación y gestión de software, Diseño de software, Análisis de Requerimientos.

Términos Generales

Bolsa de empleos, Tecnologías de la información y las comunicaciones, programación.

Palabras clave

Ciclo Deming, eXtreme Programming. Prototipo web.

Keywords

Deming Cycle, eXtreme Programming. Web prototype.

1. INTRODUCCION

La Universidad Distrital como ente de educación pública, propende por entregarle al país profesionales idóneos en las diferentes áreas del conocimiento que imparte, y que mejor manera de evaluar sus procesos, que las empresas soliciten los servicios de sus estudiantes y egresados, igualmente que sean contratados por las organizaciones más importantes del país. (Universidad Distrital, 2017)

Ya que, al realizar este procedimiento totalmente sistematizado, la Universidad acorde a las políticas sobre TICs, del Distrito Capital “Bogotá Digital” para construir espacios de inclusión digital, está brindando a sus estudiantes y egresados, las herramientas tecnológicas, que necesitan para empezar o mejorar su proyección laboral.

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.

XI. Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Ciudad de Bogotá.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Entre los beneficios de esta plataforma virtual es la creación y manejo de una base de datos siempre actualizada y conectada con sus estudiantes y exalumnos, facilitando la comunicación entre la institución y los mismos.

La utilización del sistema será muy sencilla, a través de la aplicación Bolsa de Empleos de la Universidad Distrital JOBUD, se podrá acceder a una sencilla aplicación, en el que se publicarán las ofertas laborales. Se podrá cargar en forma gratuita su hoja de vida. Las compañías también podrán acceder al sitio y publicar sus ofertas de trabajo de manera gratuita, realizando una búsqueda más efectiva, entregándole de esta forma a los usuarios más y mejores oportunidades laborales.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Histórico

La Universidad Distrital por su carácter público, dirigido a educar a las clases más desfavorecidas del Distrito Capital y de la región central de Colombia. Ha encaminado sus esfuerzos a educar personas altamente capacitadas en el ámbito académico, que se proyecten al país de forma productiva, y que ejerzan un liderazgo social, que impulse al país en sectores técnicos, tecnológicos, científicos e investigativos, en diferentes áreas del saber. (Universidad Distrital, 2017)

Las Bolsas de Empleos en Colombia, nacen de la necesidad que tienen las personas en conseguir empleos y a su vez de las empresas en llenar las vacantes necesarias, para lograr sus objetivos. En esa medida muchas empresas optaron por publicar ofertas de empleos directamente, en sus páginas Web, como una forma de solucionar directamente sus necesidades de personal.

Muchas universidades en el mundo ofertan a sus egresados mediante Bolsas de Empleos, por ejemplo, la Universidad Autónoma de Sinaloa con su Escuela de Ingeniería Mochis, tiene conformada una Bolsa de Empleos, pero no con los recursos tecnológicos de este prototipo. En Colombia Universia apoyándose en www.trabajando.com, que es una entidad internacional de Bolsa de Empleos, además de otras universidades, que ofrecen servicios de Bolsas de Empleos para sus egresados.

2.2. Marco Teórico

En Colombia las universidades ofrecen diferentes alternativas para que los futuros egresados, conozcan la realidad laboral del país, se preparen para enfrentarla y estén al tanto de las posibilidades que tienen para conseguir su primer empleo. En Bogotá, por ejemplo, están matriculados el 32% de los estudiantes en educación superior, en Antioquia el 13.8%, en el Valle del Cauca 7.5%, en Atlántico el 5.8% y en Santander el 5.4%. (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

En la siguiente figura se discrimina la matrícula total en instituciones según el nivel de formación.

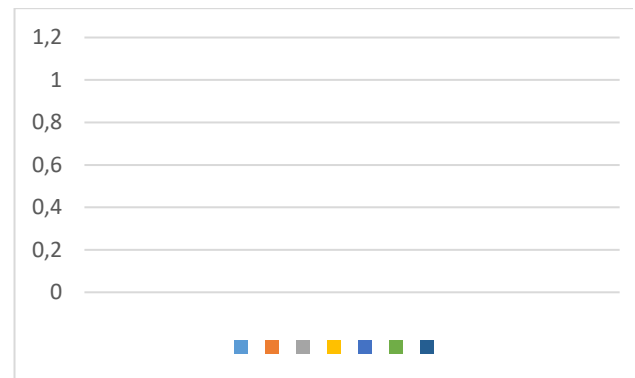


Figura 1. Matrícula Total Instituciones Según Nivel de Formación. Fuente: MEN – SNIES Corte a mayo 16 de 2016

2.2.1. Bolsas de empleo

Una bolsa de empleo es un servicio del cual disponen ciertos organismos, entidades y empresas públicas o privadas donde se reciben datos sobre personas o demandantes de trabajo y ocupaciones diversas. Con la llegada de Internet, esta recopilación de datos e información ha simplificado la tarea de todos aquellos que buscan oficio y los que ofrecen trabajo. La bolsa de empleo en Internet es uno de los más importantes avances que nos brinda la modernidad y la tan renombrada globalización o revolución tecnológica. (Bolsas de Empleo en Colombia, 2016)

2.2.2. Bases de Datos MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento. Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros SGBD, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha. Esto y su libre distribución en Internet bajo licencia GPL le otorgan como beneficios adicionales como contar con un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo. (DataPrix, 2017)

2.2.3. PHP

PHP es un lenguaje interpretado de propósito general ampliamente usado y que está diseñado especialmente para desarrollo web y puede ser incrustado dentro de código HTML. Generalmente se ejecuta en un servidor web, tomando el código en PHP como su entrada y creando páginas web como salida. Puede ser desplegado en la mayoría de los servidores web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno. (Camayo, 2017)



2.2.4. Apache Tomcat

Apache Tomcat (también llamado Jakarta) funciona como un contenedor de servlets desarrollado bajo el proyecto Jakarta en la Apache Software Foundation. Tomcat implementa las especificaciones de los servlets y de JavaServer Pages (JSP) de Oracle Corporation (aunque creado por Sun Microsystems). HTTPd 1.3, pero más tarde fue reescrito por completo. El servidor Apache se desarrolla dentro del proyecto HTTP Server (httpd). (Foundation Apache, 2017)

2.2.5. Suite Spring Tools

Spring Tool Suite es un entorno de desarrollo basado en Eclipse que se personaliza para desarrollar aplicaciones Spring. Proporciona un entorno ready-to-use para implementar, depurar, ejecutar y desplegar las aplicaciones Spring, incluyendo integraciones para Pivotal tc Server, Pivotal Cloud Foundry, Git, Maven, AspectJ, viene con las últimas versiones de Eclipse. Incluye la edición para desarrolladores de Pivotal tc Server, una versión de Apache Tomcat optimizado para Spring. Con su consola Spring Insight, tc Server Developer Edition ofrece una visión en tiempo real gráfica de los parámetros de rendimiento de aplicaciones que permite a los desarrolladores identificar y diagnosticar los problemas desde sus escritorios. (Pivotal Software, Inc, 2017)

3. METODOLOGÍA

En el proyecto “Prototipo Web de Bolsa de Empleos para la Universidad Distrital en Dispositivos Móviles” se utiliza el ciclo de mejora continua “Planificar- Hacer-Verificar-Actuar” PHVA que fue desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado por W, Edwards Deming. Por esta razón es frecuentemente conocido como el “Ciclo de Deming”. Y para el desarrollo del software, la metodología a utilizar es eXtreme Programming

3.1. PHVA *Planificar-Hacer-Verificar-Actuar*

Dentro del contexto de un Sistema de Gestión de la Calidad, el PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto como en otros procesos del SGC.

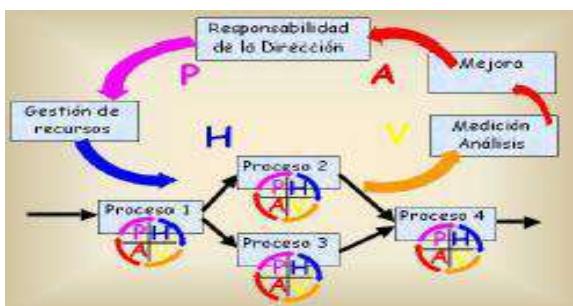


Figura 2. Implementación del ciclo PHVA. Fuente: Sitio Web Galeon. John Navas.



Figura 3. Implementación del ciclo PHVA. Fuente: Sitio Web Galeon. John Navas.

3.2. Metodología XP o eXtreme Programming

Es el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. La programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad. Los defensores de XP consideran que los cambios de requisitos sobre la marcha son un aspecto natural, inevitable e incluso deseable del desarrollo de proyectos. Creen que ser capaz de adaptarse a los cambios de requisitos en cualquier punto de la vida del Proyecto, es una aproximación mejor y más realista que intentar definir todos los requisitos al comienzo, e invertir esfuerzos después en controlar los cambios en los requisitos. Se puede considerar XP, como la adopción de las mejores metodologías de desarrollo de acuerdo a lo que se pretende llevar a cabo con el proyecto, y aplicarlo de manera dinámica durante el ciclo de vida del software. (Letelier Patricio, 2016).

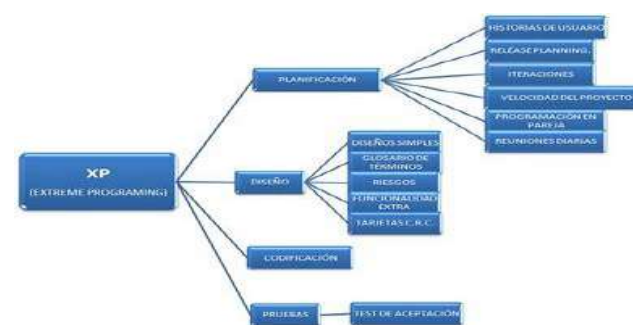


Figura 4. Fases de la Metodología XP. Fuente: Koiosoft

4. FASE DE MODELAMIENTO DEL NEGOCIO

Aplicando PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) en la implementación de un sistema de gestión de la calidad del desarrollo y diseño del software necesario para la implementación de la Aplicación Bolsa de Empleos de la Universidad Distrital, tenemos: La definición de los procesos, la política de calidad y los objetivos.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

4.1. Modelo Entidad Relación de JOBUD

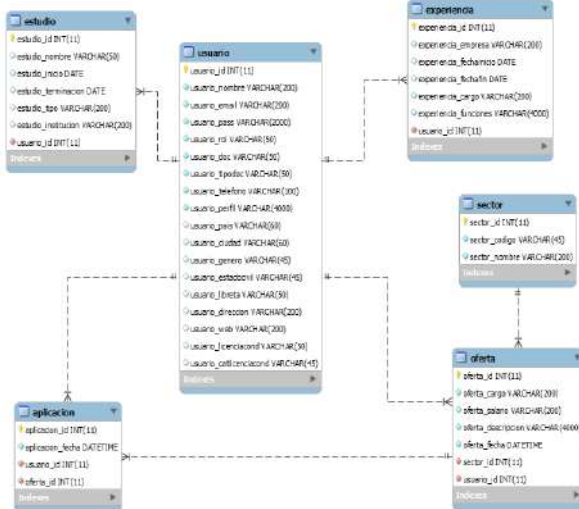


Figura 1. Modelo Entidad Relación. Fuente: Elaboración propia

4.2. Modelo de Dominio del Sistema JOBUD

En la figura 6 se da a conocer el Modelo de Dominio y como se desarrollan las diferentes interacciones, bajo el desarrollo de eXtreme Programming.

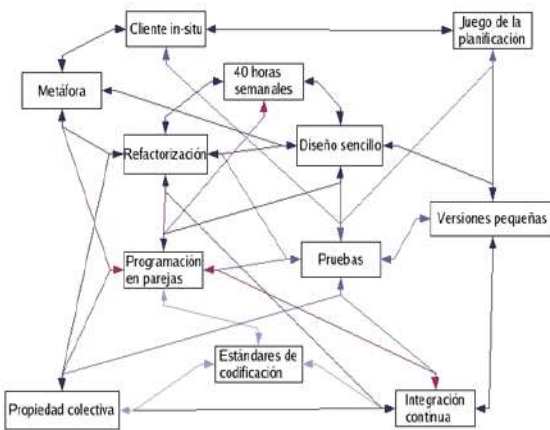


Figura 2. Modelo de Dominio JOBUD. Fuente: Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)

4.3. Modelo de Dominio del Sistema JOBUD

En la figura 7 se pueden evidenciar las diferentes etapas del Ciclo de Vida de un Sistema como JOBUD, desde las Historias de Usuarios hasta la fase de Aceptación por parte de los clientes.

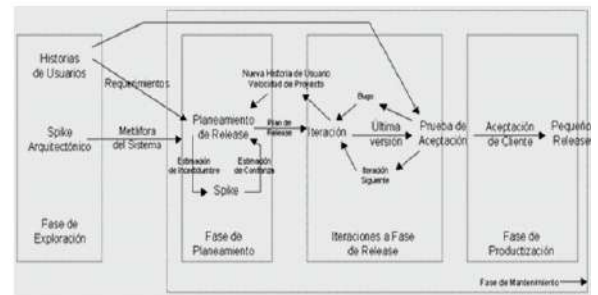


Figura 7. Ciclo de Vida del Sistema. Fuente: A propósito de programación extrema XP

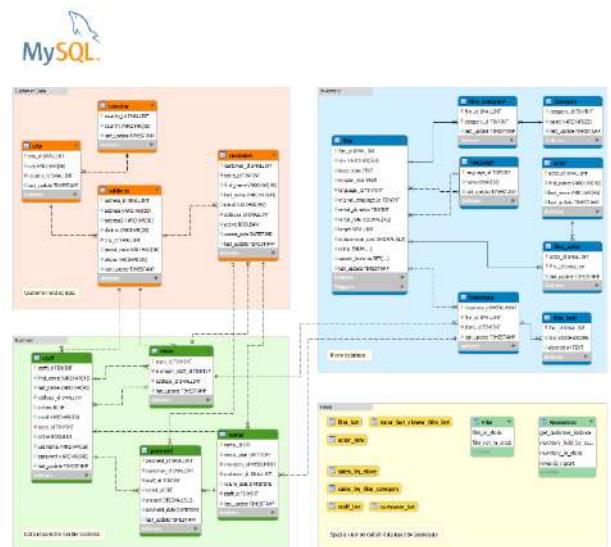


Figura 8. Sistema JOBUD en MySQL. Fuente: Elaboración propia

4.4. Clases Proporcionadas para la Automatización en la Fase de Pruebas

En la siguiente figura se muestran las clases proporcionadas por eXtreme Programming, para realizar la automatización de la fase de pruebas.

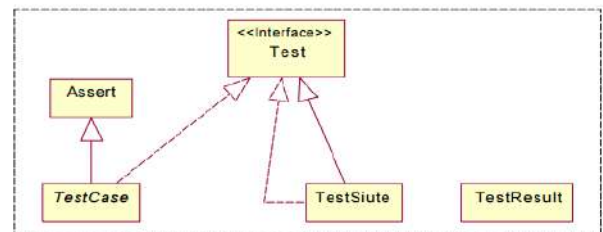


Figura 9. Clases Proporcionadas para la Automatización en la Fase de Pruebas. Fuente: A propósito de programación extrema XP (eXtreme Programming)



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

5. FASE DE MODELAMIENTO DEL NEGOCIO

La Aplicación Móvil Bolsa de Empleos de la Universidad Distrital JOBUD, se diseñará e implementará para Android, que es una plataforma de software y un sistema operativo para dispositivos móviles basada en un kernel Linux, desarrollada por Google y más tarde por la Open Handset Alliance. La mayor parte de la plataforma de Android está disponible bajo licencia de software libre de Apache y otras licencias de código abierto. (Chouge, 2017)

5.1. Modelo Y Base De Datos

Para la generación del modelo de la base de datos y su implementación, se utiliza la tecnología de MySQL. El diagrama fue realizado con la herramienta MySQL Workbench, la cual al estar directamente relacionada con el servidor de MySQL 5.7, permite generar la base de datos desde el modelo automáticamente, además de facilitar el uso de varias herramientas de MySQL, como la carga de scripts de bases de datos existentes y así mismo su exportación. En la siguiente figura, se muestra cómo se desarrolla una base de datos como MySQL, utilizando la herramienta Workbench.

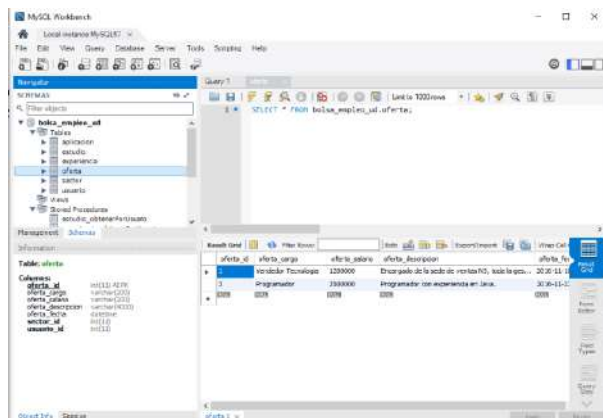


Figura 10. Desarrollo de la Base de Datos de JOBUD en la Herramienta Workbench. Fuente: Elaboración propia

5.2. Procedimientos Almacenados

Para realizar algunas consultas se crearon algunos procedimientos almacenados en la base de datos:

```
1) estudio_obtenerPorUsuario
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE
`estudio_obtenerPorUsuario`(in usuarioId int(11))
BEGIN
    select * from estudio where usuario_id = usuarioId;
END
```

El anterior procedimiento consulta los estudios de un usuario, por tal motivo debe recibir el id respectivo de la tabla usuario, y retorna un listado con los estudios de dicho usuario.

```
2) experiencia_obtenerPorUsuario
```

```
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE
`experiencia_obtenerPorUsuario`(in usuarioId int(11))
BEGIN
    select * from experiencia where usuario_id = usuarioId;
END
```

Este procedimiento consulta las experiencias laborales registradas por un usuario, y retorna un listado de ellas.

```
3) oferta_obtenerPorSector
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE
`oferta_obtenerPorSector`(in sectorId int(11))
BEGIN
    if sectorId = 0 then
        select * from oferta;
    else
        select * from oferta where sector_id =
sectorId;
    end if;
END
```

El anterior procedimiento consulta todas las ofertas si el id de sector es 0, en caso contrario consulta solo las ofertas asociadas al id del sector.

```
4) sector_obtenerTodos
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE
`sector_obtenerTodos`()
BEGIN
    select * from sector;
END
```

Este procedimiento simplemente retorna la lista con todos los sectores registrados en el sistema.

```
5) usuario_obtenerPorEmailPass
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE
`usuario_obtenerPorEmailPass`(in email varchar(200), in pass
varchar(200))
BEGIN
    select * from usuario where usuario_email = email and
usuario_pass = pass;
END
```

Con este procedimiento se valida el ingreso de un usuario al sistema, con su email y contraseña, si existe retorna al usuario, si no retornara una lista vacía.

5.3. BACK-END

El Back-end de la aplicación, fue desarrollado en la herramienta Spring Tool Suite, usando el lenguaje de programación Java versión 8. Con Java y las herramientas de Spring que facilitan varios procesos en Java, se codifica un API de Servicios REST, que permite realizar operaciones CRUD (Create, Read, Update, Delete) sobre la base de datos, con llamadas GET y POST asíncronas, realizadas desde el Front-end.

Dicho Back-end está organizado en tres capas:



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- DAO (Data Access Object): Que es la encargada de procesar directamente las solicitudes en la base de datos.
- Service: Encargada de modificar, organizar y formatear los datos, para que lleguen correctamente al Front-end, o sean correctamente aplicados en la base de datos, desde el Front-end.
- Controller: Capa encargada de generar los datos en formato estándar JSON, para que sean entendidos y procesados correctamente por el Front-end, y también sean recibidos de forma correcta por el Back-end.

En la siguiente figura se muestran las clases del paquete Model.

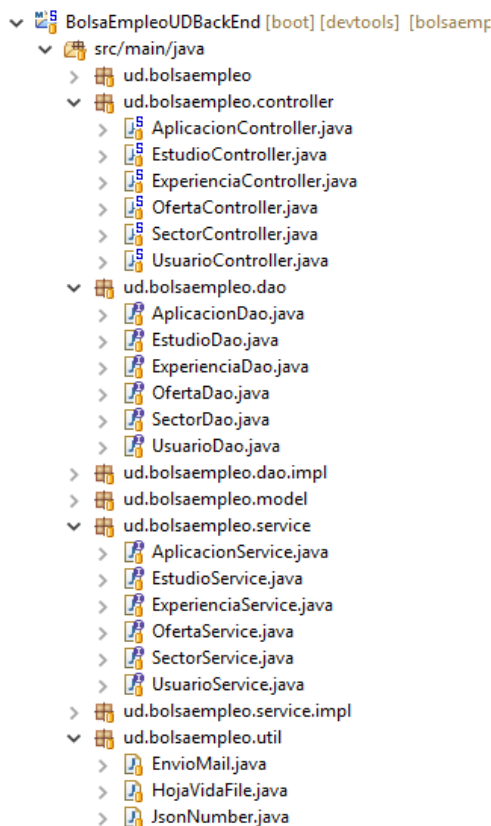


Figura 11. Clases del Paquete Model. Fuente: Elaboración propia

6. PRUEBAS FUNCIONALES

La Aplicación Bolsa de Empleos de la Universidad Distrital JOBUD será analizada para revisar posibles fallos, de manera automática, aprovechando la herramienta online Monkop, pues realiza un análisis de rendimiento real utilizando dispositivos reales, lo que evita malas calificaciones en el mercado y le ahorra tiempo y dinero al desarrollador, permitiéndole concentrarse en corregir los errores. Ejecuta un análisis de rendimiento profundo incluyendo tiempo de respuesta y consumo de recursos (CPU,

memoria, transferencia de datos, procesamiento, base de datos, etc). Monkop tiene su propio laboratorio en la nube utilizado para ejecutar pruebas en diferentes dispositivos reales, incluyendo todos los tamaños de pantalla relevantes y versiones de Android, proporcionándole información sobre la fragmentación de Android. (Monkop, 2017)

En la siguiente figura se muestran las características de la aplicación, propiedades, permisos, tecnología usada para el desarrollo entre otros.

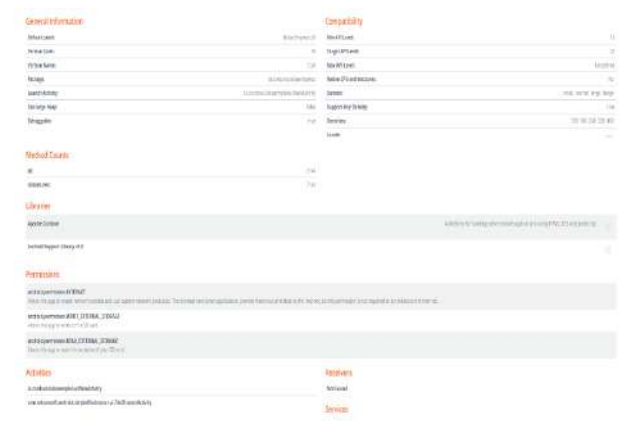


Figura 12. Propiedades de la Aplicación. Fuente: Monkop, herramienta online para pruebas funcionales

En la figura 13 se puede evidenciar en que dispositivos se probó la aplicación, que versiones de Android y que resoluciones de pantalla. Aparece un cuadro rojo de un bug que apareció en el dispositivo especificado, de todos los dispositivos en los que se prueba.



Figura 13. Pruebas en Diferentes Dispositivos. Fuente: Monkop, herramienta online para pruebas funcionales

El uso de recursos en los dispositivos se puede apreciar en la figura 14, se puede observar que hay un alto consumo de energía CPU en algunos de ellos, esto depende mucho de la capacidad de la CPU para procesar la tecnología de Apache Cordova que facilita el desarrollo, pero es más pesada que de forma nativa, de resto los valores se encuentran en niveles normales como se muestra en el informe.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

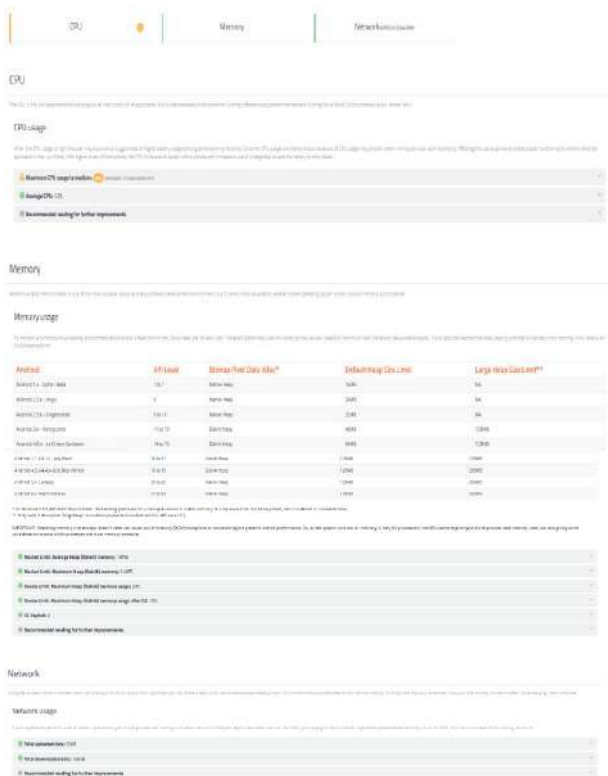


Figura 14. Uso de Recursos en los Dispositivos. Fuente: Monkop, herramienta online para pruebas funcionales

El gasto energético de la aplicación no es considerable, así que no hay consumo excesivo de la batería.



Figura 15. Uso de la Batería en la Aplicación. Fuente: Monkop, herramienta online para pruebas funcionales

Finalmente se detalla el bug que aparece en uno de los dispositivos, ya que al parecer la aplicación se queda congelada y no responde, podría ser por debido a la falta de compatibilidad con las tecnologías usadas en la aplicación y los dispositivos empleados en la prueba.

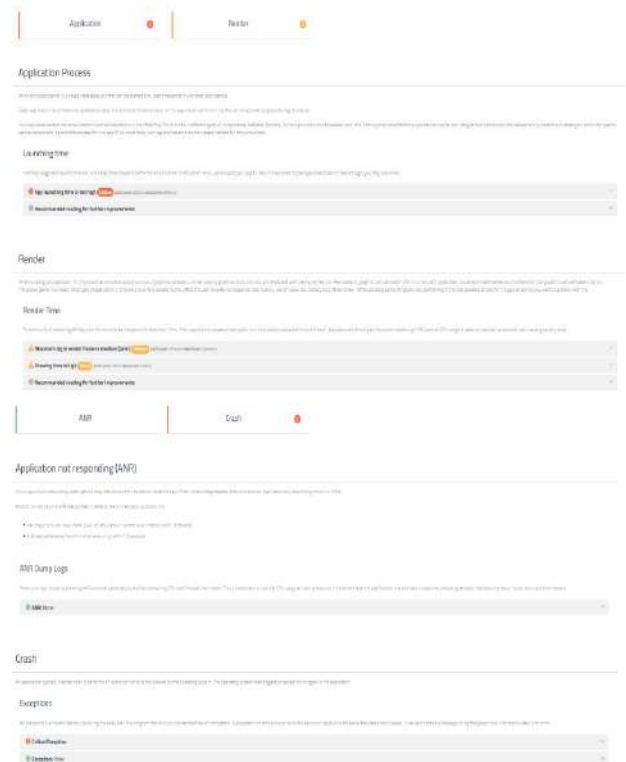


Figura 16. Errores Detallados en el Dispositivo. Fuente: Monkop, herramienta online para pruebas funcionales

7. CONCLUSIONES

Al realizar el levantamiento de la información, se obtuvieron los requerimientos del sistema. Lo que permitió desarrollar la aplicación Bolsa de Empleos de la Universidad Distrital JOBUD, que permite hacer consulta y actualizaciones vía Web, implementando motores de búsqueda.

La aplicación JOBUD permite verificar que la información de los diferentes perfiles se pueda cotejar y suministrar a los usuarios que la requieran, ya sean aspirantes o empresas, por medio de dispositivos móviles. Efectuando las pruebas funcionales del sistema, se comprobó que cumple con los requerimientos y necesidades de los usuarios.

Este proyecto es de gran beneficio para la Universidad Distrital, pues al ser implementado permite a los usuarios del sistema acceder a todos los servicios que presta esta herramienta, brindando la oportunidad de tener un empleo cualificado mientras se está estudiando o cuando ya se es egresado.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

8. REFERENCIAS

- [1] Bolsa de Empleos. (18 de Octubre de 2015). Obtenido de <http://www.bolsadeempleo.ws/>
- [2] Bolsas de Empleo en Colombia. (8 de Noviembre de 2016). Recuperado el 8 de Noviembre de 2014, de Altillo.com El Portal de los Estudiosos: http://www.altillo.com/trabajo/trabajo_col.asp
- [3] Camayo, I. (Febrero de 2017). PHP New Articles. Obtenido de <https://ivancamayo.files.wordpress.com/2010/09/php1.pdf>
- [4] Chouge, D. F. (Enero de 2017). Monografias.com. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos101/sistema-operativo-android/sistema-operativo-android.shtml>
- [5] DataPrix. (16 de Enero de 2017). Data Prix Información y Recursos sobre Software Empresarial. Obtenido de <http://www.dataprix.com/bases-datos-mysql>
- [6] Foundation Apache. (25 de Enero de 2017). Foundation Apache. Obtenido de <https://apachefoundation.wikispaces.com/Apache+Tomcat>
- [7] Foundation Apache. (25 de Enero de 2017). Foundation Apache. Obtenido de <https://apachefoundation.wikispaces.com/Apache+Tomcat>
- [8] Giovanni Rodrigo, B. B. (2011). Informe de Gestión Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico CIDC. . Bogotá: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- [9] Graduados Colombia. (17 de Octubre de 2016). Obtenido de: <http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-145559.html>.
- [10] Letelier Patricio, P. M. (18 de Junio de 2016). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). Recuperado el Octubre de 2017, de <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>.
- [11] Ministerio de Educación Nacional. (2016). Informe de Gestión Educación en Colombia. Bogotá.
- [12] Monkop. (20 de Febrero de 2017). Obtenido de www.monkop.com
- [13] Navas, J. (1 de Noviembre de 2016). Galeon.com. Recuperado el 2014, de <http://johnnavas.galeon.com/productos1002127.html>
- [14] Pivotal Software, Inc. (18 de Enero de 2017). Spring Tools Suite. Obtenido de <https://springla.io/spring/spring-tool-suite/>
- [15] SENA Agencia Nacional de Aprendizaje. (10 de Octubre de 2014). Agencia Pública de Empleo SENA. Recuperado el 15 de Octubre de 2014, de <http://spe.sena.edu.co/index.html>
- [16] Tiempo, C. E. (31 de Octubre de 2013). El Tiempo. Obtenido de <http://www.eltiempo.com>
- [17] Universidad Distrital. (15 de Enero de 2017). www.udistrital.edu.co. Obtenido de <https://www.udistrital.edu.co/index.php>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Prototipo de realidad aumentada para visualizar la dinámica del campo bioelectromagnético del cuerpo humano con la tecnología GVD-EPC a través de software libre del dispositivo Leap Motion

Oscar A. Rozo V.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

oarozov@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En la actualidad, los desafíos más notables asociados a la bioingeniería están relacionados con la captura de las radiaciones de los campos bioelectromagnéticos, siendo este campo una de las áreas con poco estudio y experimentación a nivel nacional. Para visualizar la dinámica los campos electromagnéticos biológicos dentro de un espectro sensorial se utilizan tecnologías que en Colombia por ahora están limitadas, de acuerdo con las herramientas existentes en el país, se logró consolidar un prototipo capaz de capturar y recrear dicho campo en realidad aumentada. Para la visualización del campo bioelectromagnético generado por la bioelectricidad del cuerpo humano se construyó un prototipo de realidad aumentada acoplada con la última tecnología GVD-EPC ajustando los materiales y sensores que se lograron conseguir en Colombia obteniendo una recreación simulada del campo bioelectromagnético en realidad virtual sumada con los datos proporcionados del prototipo, con ayuda del dispositivo de control LEAP MOTION.

ABSTRACT

Currently, the most notable challenges associated with bioengineering are related to capture radiation from bioelectromagnetics fields and this field one of the areas with

little study and experimentation nationwide. To display the dynamic biological electromagnetic fields within a sensory spectrum technologies in Colombia for now are limited, according to existing tools used in the country was consolidated a prototype capable of capturing and recreating that field in augmented reality. To display bioelectromagnetic field generated by the human body bioelectricity augmented reality prototype was built coupled with the latest technology GVD-EPC adjusting materials and sensors that are able to get in Colombia recreation obtaining a simulated virtual reality field bioelectromagnetic added with data provided prototype device using the Leap Motion control.

PALABRAS CLAVE

Tecnología, Prototipo de Realidad Aumentada, Campo Bioelectromagnético, Dr. Kostantin Korotkov, GVD-EPC, Leap Motion

KEYWORD

Technology, Augmented Reality Prototype, Bioelectromagnetic field, Dr. Kostantin Korotkov, GVD-EPC, Leap Motion

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en la creación, diseño e implementación de un prototipo (Bio D - Expert AR 0.4) en hardware con un desarrollo de software de realidad aumentada aplicado a la detección y suministros de datos de los campos bioelectromagnéticos generados por el cuerpo humano con la tecnología GVD-EPC (Visualización Por Descarga De Gas y Captura Del Electrofotón) para luego interactuar con la recreación simulada de dicho campo en realidad virtual y en tiempo real a través del dispositivo de control virtual de la mano LEAP-MOTION.

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia. Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

La contaminación electromagnética en nuestros ambientes actuales ha venido en aumento de manera exponencial; por lo tanto es menester, conocer e investigar estos campos energéticos biológicos invisibles dentro del espectro electromagnético con los instrumentos adecuados. De manera que nos permita involucrarnos en una nueva dimensión del conocimiento a través de la dinámica energética del cuerpo humano. La medicina biomédica y la bioingeniería, nos hace replantear con las nuevas evidencias y los descubrimientos científicos, un cambio de paradigma que nos hace reconocer la realidad de nuestro propio universo interior.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El umbral de sensibilidad que poseen los sentidos es muy limitado ya que la condicionada percepción sensorial de los campos electromagnéticos lleva consigo pérdida de información y en gran medida desconocimiento de la compleja mecánica de los procesos bioeléctricos que regulan el funcionamiento y el equilibrio multidimensional del ser humano. El desarrollo del prototipo coadyuva significativamente en la precisión visual del campo bioelectromagnético permitiendo un adecuado acople bioinformático en interacción con la realidad aumentada y la captura de datos de otros umbrales del espectro electromagnético tanto en el caso del infrarrojo (Fig.1) como en el caso del ultravioleta (Fig.2) ampliando el rango sensorial de los campos bioelectromagnéticos en el ser humano.



Figura 1. Fotografía Térmica. (Elaboración propia)

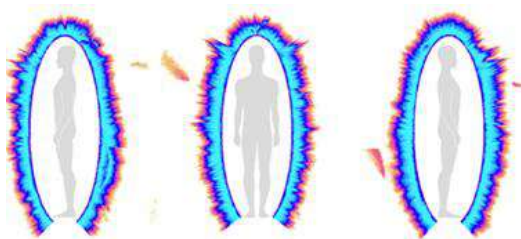


Figura 2. Electrofotografía GDV-EPC. (Visualización Por Descarga De Gas-Captura Electrofotón). (Elaboración propia)

METODOLOGÍA

Para la realización de la presente investigación se asignó una metodología específica orientada a prototipos con la cual se siguió una serie de pasos que permitieron lograr los objetivos establecidos en este trabajo, dichos pasos se muestran en la figura 3, 4, 5 y 6:



Figura 3. Diagrama representativo de la metodología empleada (Elaboración propia)

ANÁLISIS

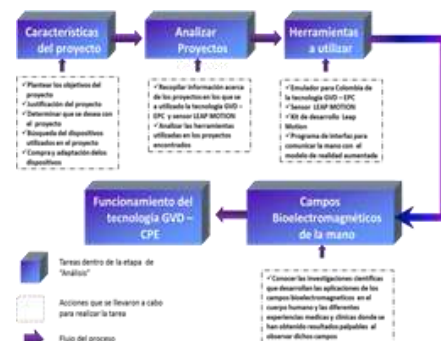


Figura 4: Tareas realizadas en la etapa de análisis. (Elaboración propia)

HERRAMIENTAS



Figura 5. Tecnologías analizadas durante el desarrollo de este trabajo (Elaboración propia)



Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

DISEÑO

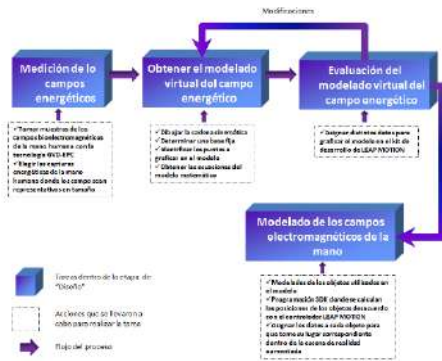


Figura 6. Tareas realizadas en la etapa de Diseño (Elaboración propia)

RESULTADOS

Experimentar finalmente con el prototipo (Bio D - Expert AR 0.4) nos permitió evidenciar claramente las diferentes capas energéticas en colores de los campos bioelectromagnéticos apreciables en la figura 7 y 8 por GVD-EPC (Sensor de Plasma) que se extienden por fuera de la periferia de la silueta del dedo de la mano, lo que permitió al sensor digital óptico (BSI) capturar importantes datos digitalizados y procesados en pixeles para las respectivas mediciones fractales ampliados en la simulación con realidad aumentada para las manos con el dispositivo de interfaz humano Leap Motion, en las figuras 9, 10, 11, 12 y 13 se puede apreciar la evolución de todo el proceso para finalizar con la inmersión de los datos reales con realidad virtual en 3D logrando pasar el umbral límite de los sentidos.

Prototipo (Bio D -Expert AR 0.4)



Figura 7. Captura por GVD-EPC Campo Bioelectromagnético del dedo medio. (Elaboración propia)

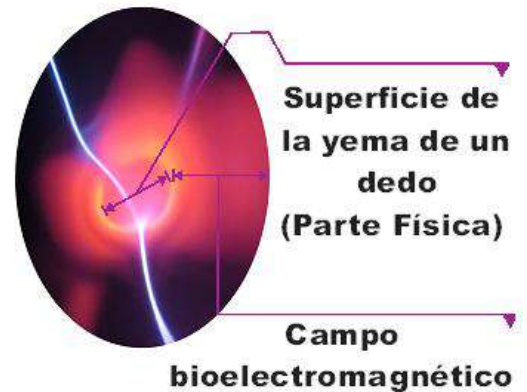


Figura 8. Fotografía ampliada del campo bioelectromagnético de las yemas de los dedos donde el color blanco y amarillo es tan solo la superficie física de las yemas (Elaboración propia)



Figura 9. Captura Full Spectrum. (Elaboración propia)



Figura 10. Electrodo Transparente. (Elaboración propia)

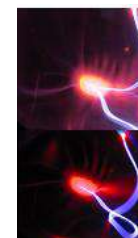


Figura 11. Electrodo De Plasma. (Elaboración propia)



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura 12. Visualización del campo Bioelectromagnético por capas. (Elaboración propia)



Figura 13. Recreación A.R. (Elaboración propia)

CONCLUSIONES

El proyecto logró que el diseño e implementación del prototipo (Bio D - Expert AR 0.4) en hardware y con un desarrollo de software de realidad aumentada fuera utilizado en la detección y su suministro de datos relacionados con los campos bioelectromagnéticos generados por el cuerpo humano con la tecnología (GVD-EPC) para luego interactuar con la recreación simulada de dicho campo en realidad virtual y en tiempo real a través del dispositivo de control virtual de la mano LEAP MOTION. Dicho logro fue de gran impacto en la variedad de exposiciones donde los visitantes acrecentaban su capacidad de asombro por la interacción entre el prototipo y el estímulo de los sentidos en realidad aumentada. El prototipo tuvo la oportunidad de ser expuesto en Expociencia y Expotecnología 2015, en la ciudad de Bogotá y en el XII Congreso Internacional de Semilleros de Investigación 2015 en la ciudad de Santiago de Cali, exposición de gran acogida y que fue muy significativa y estimulante para la investigación ya que invitó a profundizar en temáticas de orden complementario.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es un proyecto que desarrolla un tema que desde hace muchos años ha motivado la investigación científica y tecnología en el mundo contemporáneo. Agradezco a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a sus docentes en la Facultad de Ingeniería y de manera muy especial al director de tesis, profesor Ms Alberto Acosta; en todos ellos encontré la inspiración para lograr la planeación y ejecución de este proyecto que integra de manera actualizada los nuevos conceptos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, utilizando herramientas computacionales e informáticas que posibilitaron el despliegue de una investigación centrada en los procesos relacionados con el “campo bioelectromagnético del cuerpo humano”

REFERENCIAS

- [1] Brian, L., y Irena, C. (1999). *Electrical and Computer Systems Engineering.*, Australia. IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers Caulfield Campus Victoria.
- [2] Capurro, S., Vivent, M., Lopetegui, S. y Herskovic, J. (2011). *Informática biomédica.* Santiago. Revista médica de Chile. Rev. méd. Chile vol.139 no.12.
- [3] Jaakko, M., y Plonsey, R., (1994). *Bioelectromagnetism : principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields.* New York. Oxford University Press. ISBN978-0195058239.
- [4] Korotkov, K., Matravets, P, Orlov, D., y Williams, B. (2010) *Application of Electrophoton Capture (EPC) Analysis Based on Gas Discharge Visualization (GDV) Technique in Medicine: A Systematic Review.* The Journal of Alternative and Complementary Medicine 16, 1, pp. 13-25.
- [5] Kononenko, T., Zrimec, B., Prihavec, B., Stanojević, S. (1999). *Machine learning and GDV images: Diagnosis and therapy verification.* University of Ljubljana. Artificial Intelligence in Medicine. Volume 23, Issue 1, August 2001, Pages 89-109.
- [6] Glatzmaiers, A., y Roberts, P.(1995) *A three-dimensional self-consistent computer simulation of a geomagnetic field reversal.* Nature 377 (6546): pp. 203–209. 1995.
- [7] Korotkov, K. (1999). *Stability and reproducibility of GDV parameters. Aura and consciousness. New stage of scientific understanding.* St. Petersburg Division of Russian Ministry of Culture, State Editing and Publishing Unit. ‘Kultura’. pp 84H.
- [8] Thoss, F., Bartsch, B., Fritzsche, B., Telschaft, D. y Thoss, M. (2000). *The magnetic field sensitivity of the human visual system shows resonance and compass characteristic.* Journal of Comparative Physiology A volume 186, pages1007–1010.
- [9] Leitgeb, N., y Schröttner, J. (2003). *Electrosensibility and electromagnetic hypersensitivity.* Bioelectromagnetics, 24, 387-394.
- [10] Rajesh, R., Kaimal, M., Srinivasan, K. (2006). *A Note on Medical Image Analysis and Visualization using Matlab.* ICGST International Journal on Graphics Vision and Image Processing, Special Issue on Medical Image Processing, 352–355.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Transición IPV4 a IPV6

Miguel Ángel Ruiz
Jaimes
Universidad Politécnica del
Estado de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac
No. 566, Col. Lomas del
Texcal, Jiutepec Morelos.
CP. 62550
(777)229-3500
mruiz@upemor.edu.mx

Sandra Elizabeth León
Sosa
Universidad Politécnica del
Estado de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac No.
566, Col. Lomas del Texcal,
Jiutepec Morelos. CP. 62550
(777)229-3500
Isandra@upemor.edu.mx

Irma Yazmín Hernández
Báez
Universidad Politécnica del Estado
de Morelos
Boulevard Cuauhnáhuac No. 566,
Col. Lomas del Texcal, Jiutepec
Morelos. CP. 62550
(777)229-3500
ihernandez@upemor.edu.mx

RESUMEN

En la actualidad se manejan redes de IPv4, sin embargo, es muy importante aclarar que las direcciones IPv4 se están agotando por lo que las empresas e instituciones que manejan IPv4 deberán actualizarse lo más pronto posible para evitar la limitación de crecimiento de la red. Es importante mencionar que surgió un nuevo protocolo IPv6 que ofrece la mejor amplitud en cantidad de direcciones ya que su longitud es de 128 bits lo que ayuda a mitigar el problema de IPv4, ofrece un sistema de direccionamiento escalable y amplio. Dentro de las grandes ventajas que tiene el protocolo IPv6 es internet sin límites y sumado a esto grandes mejoras como es la seguridad y eficiencia, de manera que al tener una dirección IP más larga y compleja será más difícil un ataque a la red, ofrece la autoconfiguración de direcciones. Se pretende saber qué tan factible y viables es realizar la conversión de la red de la institución de IPv4 a IPv6, confirmar los beneficios que ofrece la configuración IPv6 y que la red sea de mayor escalabilidad de acuerdo a las necesidades de la Institución.

ABSTRACT

Currently IPv4 networks are managed, however, it is very important to clarify that IPv4 addresses are running out, so

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

companies and institutions that handle IPv4 should update as soon as possible to avoid the limitation of network growth. It is important to mention that a new IPv6 protocol has emerged that offers the best amplitude in the number of addresses since its length is 128 bits, which helps mitigate the problem of IPv4, offers a scalable and comprehensive addressing system. Among the great advantages that the IPv6 protocol has is internet without limits and added to these great improvements such as security and efficiency, so that having a longer and more complex IP address will make an attack on the network more difficult, it offers the address autoconfiguration. It is intended to know how feasible and feasible it is to convert the institution's network from IPv4 to IPv6, confirm the benefits offered by the IPv6 configuration and that the network be more scalable according to the needs of the Institution.

Categorías y Descriptores Temáticos

Seguridad informática y redes telemáticas.

- Redes definidas por software.
- Radio Cognitiva – Computación cognitiva.
- Computación y criptografía cuántica – Modelos de gestión de seguridad.
- Edge computing.
- Redes 5G y nuevas tecnologías.

Términos Generales

Redes 5G y nuevas tecnologías, Redes definidas por software, Modelos de gestión de seguridad.

Palabras clave

Transición, actualización, eficiencia, mejoras, mayor escalabilidad.

Keywords

Transition, upgrade, efficiency, improvements, greater scalability.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

INTRODUCCIÓN

Internet se convirtió en una herramienta de trabajo sumamente importante que permite estar comunicados de manera efectiva virtualmente, es decir, sin la necesidad de recurrir de manera física, esta herramienta está presente y nos otorga grandes beneficios, actualmente se maneja IPv4 para la comunicación, sin embargo, es muy importante tener en cuenta que las direcciones IPv4 se están agotando, de manera que, en algún momento será necesario hacer el cambio a IPv6, este cambio se volverá inevitable por la expansión mundial y el agotamiento de direcciones IPv4.

Para hacer este cambio de IPv4 a IPv6 en algunos casos el gasto sería exponencial al tamaño de la institución, de manera que, se podrá recurrir a los mecanismos de transición que permitirá un ahorro y la oportunidad de trabajar con IPv6, para el presente artículo se verán los mecanismos NAT-PT y Túnel Manual.

Los mecanismos de transición permiten trabajar en conjunto IPv4 con IPv6, el esfuerzo laboral para la aplicación de estos mecanismos es contar con los conocimientos necesarios para aplicarlos, son métodos transparentes que no consumen recursos excesivos y es posible implementarlo en la mayoría de los routers.

En el presente artículo se hablará de la implementación de los mecanismos de transición que permitirán la comunicación de IPv4 con IPv6 en una universidad, sin necesidad de generar un gran gasto de recursos económicos, para implementar el mecanismo de transición se requiere tener el conocimiento en estos y router que sea compatible con el mecanismo, es importante mencionar que la mayoría de estos son compatibles.

OBJETIVOS

General

Desarrollar la traducción de la red IPv4 a IPv6 mediante el simulador Packet Tracer que proporcione una red eficiente que mejore el tráfico de datos.

Específicos

- Analizar la red actual y su distribución para simularlo en Packet Tracer.
- Traducir la red IPv4 a IPv6.
- Realizar pruebas de flujo para verificar el correcto diseño.
- Reportar los resultados obtenidos en el proyecto para comparación de IPv4 e IPv6.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

La metodología Top-Down Network Design se enfoca primero en la capa 7 de las capas del modelo OSI llamada aplicación, de manera que de primera instancia se determinará que aplicaciones se ejecutarán y como se compararán esas aplicaciones en una red, se deben analizar las metas técnicas y de negocio, es sumamente importante definir quiénes ocuparán la red y la ubicación de los usuarios. (Saavedra, 2017)

Contiene un diseño estructurado, se desarrolla un modelo lógico antes que un modelo físico. (Pérez, s.f.)

Maneja diferentes tipos de diseño de red

- Nuevo diseño
- Re-ingeniería de un diseño existente
- Diseño de expansión de la red

Las fases de la metodología son:

1. Análisis de requisitos
2. Desarrollo de diseño lógico
3. Desarrollo de diseño físico
4. Pruebas Optimización y documentación de la red
5. Implementación
6. Monitoreo y optimizar la red

En la Figura 1. se ilustra la metodología Top-Down Network Design



Figura 1. Metodología Top-Down Network Design

En la figura 2 se muestra el proceso que se lleva a cabo para la transición de una red IPV4 a IPV6, en este proceso se cuenta con dos actores, el diseñador y el sistema Packet Tracer.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Para el diseño se utiliza el diagrama BPMN [5] y [6] Como primer paso se debe investigar los métodos de transición de IPv4 a IPv6 para posteriormente evaluar cuál es el mejor método para la transición y se procede a seleccionar el método, en este punto debemos contar con el diseño de la red en IPv4, el diseñador procederá a interactuar con el sistema Packet Tracer en donde se seleccionara el componente en donde se realizará la configuración correspondiente al método seleccionado para realizar la transición, se ingresaran los comandos en el sistema Packet Tracer, al finalizar la configuración se enviará un paquete para verificar que la transición esté funcionando de manera correcta, de no ser así, se procederá a realizar nuevamente la configuración y verificar la transición con el envío de un paquete, si la transición se realizó el proceso da por finalizado correctamente.

Este proceso cuenta con un nodo de decisión el cual deberá cumplir para poder finalizar el proceso exitosamente, de lo contrario se regresará al paso de elegir el componente en donde se realizará la configuración nuevamente hasta que el nodo de decisión concluya en sí cumple.

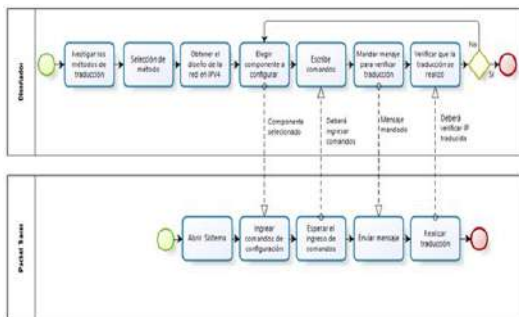


Figura 2. Diagrama BPMN de proceso de transición IPv4 a IPv6

Se realizará la verificación de flujo como se muestra en la figura 3, con la finalidad de realizar un análisis de los mecanismos de transición.

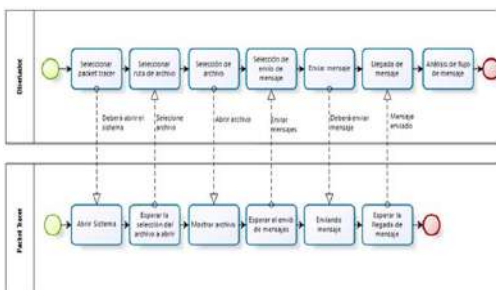


Figura 3. Diagrama BPMN de verificación de flujo

RESULTADOS

La implementación del mecanismo de transición consistió en simular la red de una institución en Packet Tracer en donde se realizaron todas las configuraciones necesarias y así tener comunicación de una red IPv4 a una red IPv6.

La configuración inicial de un router es muy importante debido a que es donde nombramos el router, colocamos las contraseñas de acceso y el mensaje donde prohibimos el acceso a personal no autorizado por cuestiones de seguridad, se configuran los accesos remotos y se encriptan contraseñas, a continuación, se detallan las configuraciones básicas del router.

Ya configurados se procede a la configuración de las VLAN's, asignación de puertos y seguridad, se configura DHCP, protocolo de enrutamiento RIP versión 2, se aplica la configuración de IPv4, en el router frontera se configura el protocolo de enrutamiento IPv6.

Para configurar el túnel es importante saber cuáles son los dos routers en donde se aplicará, en este caso, se aplicará en el router ISP y router Central.

Se configura la interface de origen e IP de destino, se habilitan las interfaces con IPv6, se configura el enrutamiento IPv6 y las interfaces con las IPv6, esta configuración es en ambos router como se muestra en la figura 4.

```
interface Tunnel0
no ip address
ipv6 address 3000::1/112
ipv6 rip redv6 enable
tunnel source Serial1/2
tunnel destination 172.16.10.26
tunnel mode ipv6ip
```

Figura 4. Configuración de túnel

Para realizar la configuración de NAT-PT se llevará a cabo en el router central, que es donde se realizará la traducción de IPv4 a IPv6 y de IPv6 a IPv4. Se da de alta la interface IPv6. Se habilita NAT en los seriales que corresponden a los routers de cada extremo. Ver figura 5.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

```
Central(config)#int s1/0
Central(config-if)#ipv6 nat
Central(config-if)#exit
Central(config)#
Central(config)#int s1/1
Central(config-if)#ipv6 nat
Central(config-if)#exit
```

Figura 5. Habilitar NAT

Se aplican los comandos de traducción de IPv4 a IPv6 y viceversa, figura. Ver figura 6

```
Central(config)#ipv6 nat v6v4 source 14::4 172.16.10.100
Central(config)#ipv6 nat v4v6 source 172.16.10.26 1144::1
Central(config)#ipv6 nat prefix 1144::/96
```

Figura 6. Comandos de traducción

```
*Nov 25 04:51:29.279: IPv6 NAT: IPv6->IPv4:
src (14::4 -> 172.16.10.100)
dst (1144::1 -> 172.16.10.26)
```

Figura 7. Traducción realizada

Se aplican el protocolo de enrutamiento, se habilita NAT-PT, se especifica la métrica que en este caso es 2 por que se manejarán los router directamente conectados, se verifica la traducción y se realiza un debug figura 7.

Se realiza un análisis por medio del software Wireshark para ver el funcionamiento de la red IPv4 de la Universidad y así ver que es lo más conveniente para la institución, se muestra el flujo de la red. Figura 8.

```
ip addr en 172.16.0.100 and ip addr eq 172.16.0.12
```

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
121	87.164185	192.168.1.2	172.16.8.138	ICMP	88	Echo (ping) request id=0x0
122	87.166126	172.16.8.138	192.168.1.2	ICMP	88	Echo (ping) reply id=0x0
123	89.085729	172.16.8.138	192.168.1.2	ICMP	88	Echo (ping) request id=0x0
124	89.118633	192.168.1.2	172.16.8.138	ICMP	88	Echo (ping) reply id=0x0
125	89.217368	192.168.1.2	172.16.8.138	ICMP	88	Echo (ping) request id=0x0
126	89.240207	172.16.8.138	192.168.1.2	ICMP	88	Echo (ping) reply id=0x0
127	89.135916	172.16.8.138	192.168.1.2	ICMP	88	Echo (ping) request id=0x0
128	89.166197	192.168.1.2	172.16.8.138	ICMP	88	Echo (ping) reply id=0x0
129	89.278240	192.168.1.2	172.16.8.138	ICMP	88	Echo (ping) request id=0x0

```
> Frame 120: 88 bytes on wire (704 bits), 88 bytes captured (704 bits) on interface 0
> Cisco MDC
> Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.8.138, Dst: 192.168.1.2
  0100 ... - Version: 4
  ... 0100 - Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Non-ECT)
    Total Length: 88
    Identification: 0xc142 (49474)
  > Flags: 0x0000
    ... 0 0000 0000 0000 - Fragment offset: 0
    Time to live: 65
    Protocol: ICMP (1)
    Header checksum: 0x402a [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source: 172.16.8.138
    Destination: 192.168.1.2
  > Internet Control Message Protocol
```

Figura 8. Tráfico IPv4

Ya configurado el túnel y verificado que está funcionando de manera correcta se procede a realizar las pruebas de tráfico pertinentes para realizar un análisis de este.

Se utiliza el software Wireshark se verifica el tráfico de la red y el funcionamiento del túnel, se envía un paquete de una red externa IPv6 al Host de la VLAN Idiomas que maneja IPv6, podemos observar que llegan sin ningún problema, figura 9. Se puede observar que su origen y destino es IPv6, pero se transportan por medio de una red IPv4.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 2001:db8:1::1, Dst: 2001:db8:1::2
  0100 ... - Version: 4
  ... 0100 - Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Non-ECT)
    Total Length: 196
    Identification: 0xc000 (49152)
  > Flags: 0x0000
    ... 0 0000 0000 0000 - Fragment offset: 0
    Time to live: 64
    Protocol: ICMPv6 (58)
    Header checksum: 0x102a [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source: 2001:db8:1::1
    Destination: 2001:db8:1::2
  > Internet Protocol Version 6, Src: 2001:db8:1::1, Dst: 2001:db8:1::2
  0100 ... - Version: 6
  ... 0100 - Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Non-ECT)
    Total Length: 196
    Identification: 0xc000 0000 0000 - Flow label: 0x0000
  > Payload length: 196
  Next header: ICMPv6 (58)
  Hop-by-hop options:
  ... 0x01: 00
  Source address: 2001:db8:1::1
  Destination address: 2001:db8:1::2
```

Figura 9. Tráfico túnel paquetes IPv6

Por medio del software Wireshark podemos visualizar el flujo de tráfico, como es que se lleva a cabo durante el envío de paquetes, como se puede visualizar el flujo es bueno y los paquetes llegan a su destino sin problema alguno. Figura 10.

Figura 10. Flujo de paquetes en túnel

Ya que se configuro el mecanismo de traducción NAT-PT, se realizan las pruebas de envío de paquete y flujo.

Se utiliza el software Wireshark se verifica el tráfico de la red y el funcionamiento de NAT-PT, se envía un paquete de una red IPv6 al Host de la VLAN Idiomas que maneja IPv6. Figura 11. Se puede visualizar el origen y el destino por medio del protocolo IPv6.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

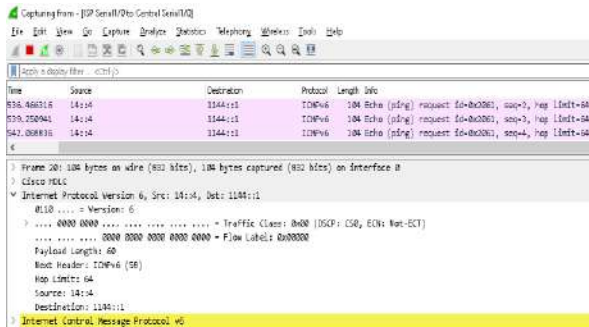


Figura 11. Envío de paquetes por NAT

Por medio del software Wireshark podemos visualizar el flujo de tráfico, como es que se lleva a cabo durante el envío de paquetes. Figura 12.

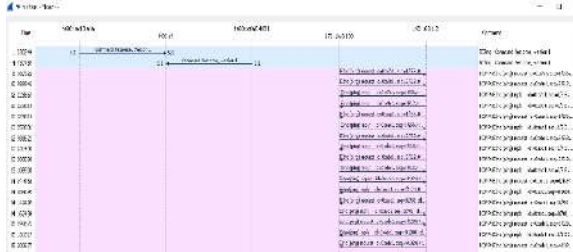


Figura 12. Flujo de paquetes NAT-PT

Como resultado del proyecto se obtiene el reporte del análisis realizado, con ventajas y desventajas de los mecanismos utilizados. En base a la implementación de la red de la Universidad en IPv4 y la implementación de los mecanismos de Túnel manual y NAT-PT, se realizaron las pruebas necesarias para ver el funcionamiento de envío de paquetes y flujo de estos y así concluir con el análisis de las ventajas y desventajas de cada mecanismo, tabla 1

Mecanismo	Ventajas	Desventajas
Túnel Manual	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil de implementar. ✓ Multiplataforma. ✓ Económico ✓ Permite la comunicación de redes IPv6 a redes IPv4 con host IPv6. ✓ El flujo de los paquetes es bueno como se observó en las pruebas de flujo de tráfico luego en 48. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incrementa el tamaño del encabezado. ✓ No es escalable. ✓ Es manual
NAT-PT	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No es necesario ningún cambio en los nodos. ✓ Permite la comunicación de redes de IPv6 a red de IPv4. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La respuesta el flujo es lento. ✓ Compleja al configurarse. ✓ No existe seguridad en la información. ✓ Obsoleto

Tabla 1. Análisis de mecanismos de transición

CONCLUSIONES

La implementación del proyecto se realizó en el simulador Packet Tracer y el emulador GNS3, en ambas aplicaciones quedó funcional, queda pendiente implementarlo en la institución de nivel superior. Al aplicar un modelo jerárquico este ayudó a que la red sea más escalable y se tenga una mejor administración de la misma.

Se desarrolló la metodología que ayudará a llevar a cabo la implementación de la transición de manera efectiva y sin errores. En un futuro se espera que esta misma se mejore para que sea aún más eficiente y poder implementar este proyecto en otras instituciones de educación superior.

REFERENCIAS

- [1] Saavedra, J. C. (18 de junio de 2017). Metodología Top-Down para el Diseño de Redes. Obtenido de [http://juancarlossaavedra.me/2017/06/infografia-metodologia-top-down-para-el-diseno-de-redes/#:~:text=La%20respuesta%20larga%3A%20Resolver%20un.y%20deben%20integrarse%20entre%20s%20C3%AD.CISCO. \(02 de 05 de 2005\).](http://juancarlossaavedra.me/2017/06/infografia-metodologia-top-down-para-el-diseno-de-redes/#:~:text=La%20respuesta%20larga%3A%20Resolver%20un.y%20deben%20integrarse%20entre%20s%20C3%AD.CISCO. (02 de 05 de 2005).)
- [2] Implementando Túneles. Obtenido de Cisco.com: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_4/interface/configuration/guide/inb_tun.html#wp1080719
- [3] CISCO. (2005). NAT-PT. Obtenido de Cisco.com: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/network-address-translation-nat/113275-nat-ptv6.html?dtid=ossdc000283>
- [4] Obis Joan, A. (2014). Diseño de una red Corporativa. TFC-Integración de xarxes telemàtiques
- [5] Maturro, G., & Guzmán Barrio. (2007). Introducción a la configuración de los routers CISCO. Obtenido de <https://www.ort.edu.uy/fi/pdf/configuracionroutersciscomaturo.pdf>
- [6] Freund, J., Rücker, B., & Hitpass, B. (2014). BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica. Chile: Camunda.
- [7] Caballero, A. (marzo de 13 de 2019). Escanear Todos los Puertos de un Host utilizando Nmap. Obtenido de Reydes.com: http://www.reydes.com/d/?q=Escanear_Todos_los_Puertos_de_un_Host_utilizando_Nmap



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Codificación de la fuente en sistemas de transmisión

Gerardo Castang M
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia
gcastangm@udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia
rrodriguezg@udistrital.edu.co

Carlos Alberto Vanegas
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Bogotá, Colombia
cavanegas@udistrital.edu.co

RESUMEN

Alcanzar una comunicación eficiente y confiable son dos de las premisas fundamentales en un sistema de comunicación, esto con el fin de buscar un uso adecuado de los recursos disponibles para la comunicación con el objetivo principalmente de que el mensaje sea entregado adecuadamente al receptor. Así mismo, la seguridad y la disponibilidad en la información son criterios que pretenden que la información no sea alterada, interceptada, accedida o utilizada por receptores no autorizados o mal intencionados que hagan un uso inadecuado de la información, siendo esta un activo muy importante o de mucho valor para las personas y las organizaciones en general.

Este artículo presenta un análisis de la importancia de la codificación de la fuente en sistemas de transmisión, el análisis de un caso práctico y diseño de un programa en python que permita aplicar el teorema de codificación de la fuente y validar los aspectos relevantes de la teoría.

ABSTRACT

Efficient and reliable communication are two of the fundamental premises in a communication system, this in order to seek an adequate use of the resources available for communication with the main objective that the message is adequately delivered to the receiver. Likewise, the security and availability of the information are criteria that intend that the information is not altered,

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

intercepted, accessed or new by unauthorized or malicious recipients who make an inappropriate use of the information, this being a very important asset or of great value for people and organizations in general.

Categorías ACM

[General]: CCS Concepts : • **Applied computing** Education [Interactive learning environments].

Términos Generales

Tecnologías de la información y la comunicación TIC, multimedia, codificación, sistemas de transmisión.

Palabras clave

Transmisión, fuente, comunicación, multimedia, datos.

Keywords

Transmission, source, communication, multimedia, data.

1. INTRODUCCIÓN

La codificación de la fuente pretende eliminar redundancias en el mensaje a transmitir o almacenar y al mismo tiempo se pueda decodificar e interpretar el mensaje transmitido o almacenado de manera correcta o adecuada. Dentro de las técnicas de compresión de la fuente se encuentran las técnicas de compresión con pérdidas y compresión sin pérdidas, es decir si se permite eliminar o no partes del mensaje original, y aun así se podría interpretar o decodificar el mensaje original, aprovechando las limitaciones psicoacústicas del ser humano [1].

El objetivo entonces de la codificación es obtener una representación eficiente de los símbolos del alfabeto fuente. Para que la codificación sea eficiente es necesario tener un conocimiento de las probabilidades de cada uno de los símbolos del alfabeto fuente [2].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

2. CODIFICACIÓN EFICIENTE DE UNA FUENTE DE INFORMACIÓN

El teorema de codificación de la fuente permite resolver una pregunta importante en términos de cómo poder codificar eficientemente una fuente de información, es decir, que los códigos binarios que representan a cada uno de los símbolos sean adecuados y que además la codificación pueda ser realizada eficientemente, asignando una cantidad de bits adecuados a cada código, evitando redundancias en la codificación.

Inicialmente se debe tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de cada símbolo, para que los símbolos con mayor probabilidad de ocurrencia tengan una longitud menor de la palabra de código y los símbolos con menor probabilidad de ocurrencia tengan una longitud mayor de la palabra código. Es una relación inversa con la probabilidad de ocurrencia de cada símbolo [3].

También se requiere que dicha palabra código sea decodificable de manera única, es decir que se represente cada símbolo de manera unívoca y no exista ambigüedad, es decir que no se puedan decodificar dos o más símbolos con la misma palabra código. Cada una de estas palabras código se asocia a una secuencia binaria en particular.

3. TEOREMA DE CODIFICACIÓN DE LA FUENTE

Para generar una estructura de codificación eficiente es necesario conocer uno de los teoremas importantes de la teoría de la información como es el teorema de codificación de la fuente.

Se define la *longitud promedio de una palabra código* (\bar{L}) en bits para una fuente discreta sin memoria con K símbolos de la siguiente manera:

$$\bar{L} = \sum_{k=0}^{K-1} p_k * l_k$$

Donde p_k es la probabilidad de ocurrencia de un símbolo, y l_k es la longitud en bits de cada palabra código.

Esta ecuación se encuentra relacionada con la expresión del valor medio, la idea es poder determinar el valor mínimo posible en bits que puede tomar la longitud promedio de una palabra código, con

base en el conjunto de todas las longitudes de las palabras código para los símbolos de la fuente.

A esa longitud mínima se denota como L_{min} , entonces:

$$\bar{L} \geq L_{min}$$

Es necesario determinar cuan eficiente es la codificación realizada, para esto se define el parámetro *eficiencia*, el cual es un valor entero adimensional entre cero (0) y uno (1); entre más cercano a la unidad, mayor eficiencia en la codificación.

La *eficiencia en la codificación* se define como:

$$\rho = \frac{L_{min}}{\bar{L}}$$

Para determinar el valor la longitud mínima de longitud promedio de las palabras código, hay que aplicar el *teorema de codificación de la fuente*, conocido como el primer teorema de Shannon, en donde el valor de esa longitud mínima se encuentra relacionada con el valor de la entropía de la fuente y se define como:

$$\bar{L} \geq H(\delta)$$

Entonces, el valor mínimo que puede tomar la longitud promedio de la palabra código es igual a la entropía de la fuente, por lo que se define:

$$L_{min} = H(\delta)$$

Y reemplazando este valor en la expresión de la eficiencia en la codificación se tiene que:

$$\rho = \frac{H(\delta)}{\bar{L}}$$

Si se tiene una fuente discreta con las siguientes características: $\delta = \{S_0, S_1, S_2\}$ y $P = \{P_0, P_1, P_2\} = \{0.2, 0.3, 0.5\}$ para la cual se definen las estructuras de codificación que se plantean en los casos 1 y 2. Hallar la entropía de la fuente, la longitud promedio de las palabras código y la eficiencia en la codificación para cada caso.

Caso 1:

Símbolo de la fuente	Código asignado	Longitud de la palabra en bits
S_0	00	2
S_1	01	2
S_2	1	1

Caso 2:

Símbolo de la fuente	Código asignado	Longitud de la palabra en bits
S_0	0	1
S_1	10	2
S_2	11	2



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Solución teórica

Lo primero que se determinará será el valor de la entropía de la fuente, la cual es la misma para ambos casos. La entropía de la fuente se define:

$$H(\delta) = 0.2 * \log_2\left(\frac{1}{0.2}\right) + 0.3 * \log_2\left(\frac{1}{0.3}\right) + 0.5 * \log_2\left(\frac{1}{0.5}\right)$$
$$= 0.2 * (2.32192) + 0.3 * (1.73696) + 0.5 * (1)$$
$$H(\delta) = 0.46438 + 0.52108 + 0.5 = 1.48546 \text{ bits}$$

Para el caso 1, la longitud promedio de las palabras código (\bar{L}) y la eficiencia en la codificación (ρ) es:

$$\bar{L} = 0.2 * (2 \text{ bits}) + 0.3 * (2 \text{ bits}) + 0.5 * (1 \text{ bit})$$
$$= 0.4 \text{ bits} + 0.6 \text{ bits} + 0.5 \text{ bits} = 1.5 \text{ bits}$$
$$\rho = \frac{1.48546 \text{ bits}}{1.5 \text{ bits}} = 0.99030$$

Para el caso 2 se tiene que:

$$\bar{L} = 0.2 * (1 \text{ bit}) + 0.3 * (2 \text{ bits}) + 0.5 * (2 \text{ bits})$$
$$= 0.2 \text{ bits} + 0.6 \text{ bits} + 1 \text{ bit} = 1.8 \text{ bits}$$
$$\rho = \frac{1.48546 \text{ bits}}{1.8 \text{ bits}} = 0.82525$$

El caso 1 presenta una mayor eficiencia en la codificación que el caso 2, esto, debido a que su estructura de codificación se ajusta en mayor forma a la premisa de los códigos de longitud variable, en la cual, la longitud de la palabra de codificación es inversamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia de cada símbolo de la fuente; por lo cual sería más eficiente y se reduciría la redundancia en la transmisión o en el almacenamiento de la información de las secuencias codificadas, al utilizar la estructura de codificación propuesta para el caso 1.

4. APLICACIÓN DE TEOREMA USANDO PYTHON

La figura No 1, muestra el código fuente en Python para una fuente discreta con las siguientes características: $\delta = \{S_0, S_1, S_2\}$ y $P = \{P_0, P_1, P_2\} = \{0.2, 0.3, 0.5\}$ para la cual se definen las estructuras de codificación que se plantean en los casos 1 y 2., se halla la entropía de la fuente, la longitud promedio de las palabras código y la eficiencia en la codificación para cada caso, además, la respectiva gráfica.

```
codificacion_fte.py
1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 from tabulate import tabulate
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 codigo=[]
7 probabilidad=[]
8 sumar_probabilidad=0
9 letras='A','B','C','D','E','F','G','H',
10        'I','J','K','L','M','N','O','P',
11        'Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z'
12 def entropia_probabilidad(x):
13     return round((-x * np.log2(x)), 3)
14
15 simbolo = int( (input ('Digite número de símbolos de la fuente:')))
16 print ("Símbolos de la fuente:",letras[0:simbolo:1])
17 for i in range((simbolo)):
18     valor=eval(input ("Probabilidad para el símbolo "+str(letras[i])+":"))
19     sumar_probabilidad=sumar_probabilidad+valor
20     probabilidad.append(valor)
21 if(sumar_probabilidad>1 or sumar_probabilidad<1):
22     print ("\nLa suma de la probabilidad para los símbolos no es igual uno (1)")
23 else:
24     for i in range((simbolo)):
25         codigo.append(input ("Palabra código por símbolo de "+str(letras[i])+":"))
26     print ("\nDistribución de probabilidad de la fuente:",probabilidad)
27     print ("Estructura de codificación de la fuente:",codigo)
28     print ("Longitud en Bits de las palabras código:",end=" ")
29     for i in codigo:
30         print (len(i),",", end=" ")
31     print("")
32 vr_entropia= np.vectorize(entropia_probabilidad)
33 tabla = pd.DataFrame()
34 tabla['X'] = np.round(probabilidad,3)
35 tabla['Y'] = np.round(vr_entropia(probabilidad),3)
36 print(tabulate(tabla, headers='keys', tablefmt='fancy_grid'))
37 sumar_entropia=0
38 for suma_ent in vr_entropia(probabilidad):
39     sumar_entropia=sumar_entropia+suma_ent
40 print ("Entropía de la fuente:",sumar_entropia)
41 long_prom=0
42 r=0
43 for i in codigo:
44     long_prom=long_prom+(len(i)*probabilidad[r])
45     r=r+1
46 print ("Longitud promedio de las palabras código:",round(long_prom,3))
47 print ("Eficiencia de la codificación:",round(sumar_entropia/long_prom,3))
48 plt.plot(probabilidad, vr_entropia(probabilidad))
49 plt.title("Entropía por símbolo de la fuente")
50 plt.grid(color='b', linestyle='-', linewidth=.3)
51 plt.xlabel('Probabilidad por símbolo')
52 plt.ylabel('Entropía por símbolo')
53 plt.show()
```

Figura 1. Código fuente codificación_fte.py.
Fuente: Los autores

Inicialmente se importan las librerías, *numpy*, *pandas*, *tabulate* y *matplotlib.pyplot*. Además, se declaran las listas *codigo* y *probabilidad*, inicializadas sin elementos, como también, la variable *sumar_probabilidad* inicializada en cero y una tupla llamada *letras*, la cual se inicializa con el alfabeto. Por otro lado,



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

se implementa una función llamada *entropía_probabilidad(x)*, que recibe como parámetro un valor X . En dicha función se retorna el valor de $(-x \text{ por el logaritmo en base 2 de } x)$, redondeado a tres decimales con la función matemática *round ()*.

Luego, a una variable llamada *símbolo*, se le asigna un valor numérico por intermedio de la función *input()* convertido a entero (*int*). Dicho valor permitirá imprimir la cantidad de símbolos a ser utilizados de la tupla *letras*.

Con un ciclo *for*, se adicionarán (*append*) a la lista *probabilidad*, la respectiva probabilidad para cada uno de los símbolos, además, se guarda en la variable *sumar_probabilidad* la sumatoria de cada probabilidad.

Con una estructura *if/else*, se valida si la suma de las probabilidades es menor que 1 o mayor que 1. Si se cumple alguna de las condiciones, se imprimirá el mensaje *La suma de las probabilidades no es igual a uno (1)* y se terminará la ejecución del programa. En caso contrario, con un ciclo *for*, se adicionarán (*append*) a la lista *código*, la palabra código para cada símbolo. Posteriormente, se imprimirá la distribución de la probabilidad de la fuente, la estructura de codificación de la fuente y la longitud en bits de las palabras código, las cuales, se obtienen sumando la cantidad elementos de cada palabra de código por símbolo.

A continuación, se declara una variable llamada *vr_entropía*, a la cual se le asigna la función *vectorize* que recibe como parámetro la función *entropía_probabilidad*, que representará los valores en el eje y . Después, se declara una variable llamada *tabla*, a la cual se le asigna la estructura de datos *DataFrame* de la librería *Panda*, luego se le adicionan los valores respectivos por los ejes X, Y , los cuales se imprimen utilizando el módulo *tabulate*, el cual recibe como parámetros los datos (*tabla*), los encabezados (*headers*) y el formato de la tabla (*tablefmt*), además, con un ciclo *for*, se obtiene la sumatoria de los valores que están en la lista *vr_entropía(probabilidad)*, los cuales se guardan en la variable *sumar_entropía* que luego es impresa como la entropía de la fuente.

Posteriormente, se declaran las variables *long_prom*, r , inicializadas en cero, y con un ciclo *for*, se recorre la lista *código*, para obtener la longitud promedio de las palabras código, con la longitud de cada código multiplicada por la respectiva probabilidad, por último, se imprime la longitud promedio y la eficiencia de la codificación, que es obtenida de dividir la variable *sumar_probabilidad* entre la variable *long_prom*.

Con la función *plot(probabilidad, vr_entropía(probabilidad))* se genera una representación gráfica bidimensional, donde *probabilidad* y *vr_entropía(probabilidad)* son los valores de los ejes X, Y respectivamente. Asimismo, a dicha gráfica se le adiciona un título (*title*), una grilla (*grid*), la cual recibe como parámetros un color, un estilo de línea y un ancho de línea, como también, se añaden los títulos para los ejes X, Y ; y con la función *show ()* se visualiza la gráfica.

Al ejecutar el programa, se digita 3, como número de símbolos, las probabilidades 0.2, 0.3 y 0.5, y las palabras código 00, 01, 1 respectivamente, como se aprecia en la figura 2.

```
Terminal 1/A
Digite número de símbolos de la fuente:3
Símbolos de la fuente: ('A', 'B', 'C')

Probabilidad para el símbolo A:0.2
Probabilidad para el símbolo B:0.3
Probabilidad para el símbolo C:0.5

Palabra código por símbolo de A:00
Palabra código por símbolo de B:01
Palabra código por símbolo de C:1
```

Figura 2. Datos digitados para la codificación de la fuente (caso 1).

Fuente: Los autores

Al pulsar la tecla *Enter*, se obtendría la siguiente figura:

```
Distribución de probabilidad de la fuente: [0.2, 0.3, 0.5]
Estructura de codificación de la fuente: ['00', '01', '1']
Longitud en Bits de las palabras código: 2 , 2 , 1 ,



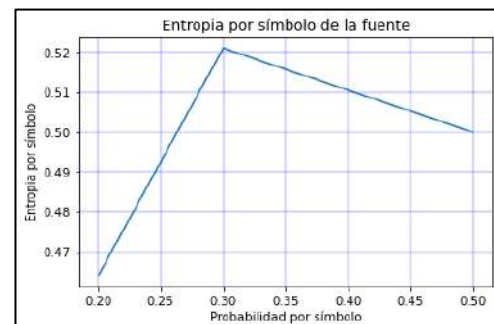
|   | X   | Y     |
|---|-----|-------|
| 0 | 0.2 | 0.464 |
| 1 | 0.3 | 0.521 |
| 2 | 0.5 | 0.5   |



Entropía de la fuente: 1.485
Longitud promedio de las palabras código: 1.5
Eficiencia de la codificación: 0.99
```

Figura 3. Datos obtenidos de la codificación de la fuente (caso 1). Fuente: Los autores.

Y se obtiene la gráfica que se observa en la siguiente figura:



Gráfica1. Entropía por símbolo de la fuente.

Fuente: Los autores.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Al ejecutarse nuevamente el programa, digitar 3, como número de símbolos, las probabilidades 0.2, 0.3 y 0.5, y las palabras código 0, 10, 11 respectivamente. Se debería apreciar la siguiente figura:

```
Distribución de probabilidad de la fuente: [0.2, 0.3, 0.5]
Estructura de codificación de la fuente: ['0', '10', '11']
Longitud en Bits de las palabras código: 1, 2, 2,
```

	X	Y
0	0.2	0.464
1	0.3	0.521
2	0.5	0.5

```
Entropía de la fuente: 1.485
Longitud promedio de las palabras código: 1.8
Eficiencia de la codificación: 0.825
```

Figura 4. Datos digitados para la codificación de la fuente (caso 2).

Fuente: autores.

Al pulsar la tecla *Enter*, se obtendría la siguiente figura:

```
Terminal 1/A
Digite número de símbolos de la fuente:3
Símbolos de la fuente: ('A', 'B', 'C')

Probabilidad para el símbolo A:.2
Probabilidad para el símbolo B:.3
Probabilidad para el símbolo C:.5

Palabra código por símbolo de A:0
Palabra código por símbolo de B:10
Palabra código por símbolo de C:11
```

Figura 5. Datos obtenidos de la codificación de la fuente (caso 2).

Fuente: Los autores.

5. TRABAJO FUTUROS

La codificación de canal se puede trabajar en dos sentidos [4]: codificación de la forma de onda, o de redundancia estructurada. La primera se enfoca en transformar la forma de onda de la señal a fin de que el proceso de detección sea más inmune a los errores de transmisión, la segunda, transforma las secuencias de datos en "secuencias mejores" agregando redundancia, es decir más bits a la información de entrada para que el receptor pueda detectar y corregir errores en la información transmitida [5].

Las ventajas más importantes de la modulación digital son:

- Inmunidad frente al ruido
- Fácil de multiplicar.
- Codificado, encriptación

- Modulación
- Demodulación con DSPs.

6. CONCLUSIONES

- La codificación del canal en el proceso de transmisión de la información permite que los datos sean enviados sean los mismo que los recibidos.
- El lenguaje de programación python permitió verificar y aplicar el teorema de codificación de la fuente.
- Es relevante tener en cuenta que la codificación de canal no tiene relación con la codificación de fuente, la codificación responde básicamente a que se pueda recibir fielmente en el receptor lo que emite el receptor.

7. REFERENCIAS

- [1] Viveros Adriana. (1999).Codificación fuente - canal de señales de video para la transmisión tolerante a pérdidas en redes heterogéneas. tec.mx. recuperado el 25 de septiembre de 2021, de <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/628351/cem101709.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [2] Gil Steven.(2018) ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DE DATOS. Repositorio utp.
- [3] Abramson m. (1963) Information Theory and Coding. McGrawHill Education.
- [4] Sklar, B. (1988) Digital Communications: Fundamentals and Applications. Prentice-Hall International, Inc.
- [5] Vega Constatino. (2020) Transmisión de Televisión Codificación de canal y modulación. Unican. Disponible en <https://personales.unican.es/perezvr/pdf/Codificacion%20de%20Canal.pdf>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Los autos autónomos, las comunicaciones y la 5G Autonomous cars, communications and 5G

Héctor Julio Fúquene Ardila

Facultad Tecnológica

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá, Colombia

hfquene@udistrital.edu.co

ABSTRACT

RESUMEN

El presente artículo hace una descripción general de algunos elementos característicos de los autos autónomos, se listan algunos componentes de hardware y software que son cruciales para su correcto funcionamiento; de igual modo se describen algunos algoritmos y protocolos utilizados en su gestión y se hace una referencia de algunas tecnologías que junto como las herramientas de informática y de comunicaciones permiten que en la actualidad los autos autónomos sean una realidad.

Inicialmente se dará una definición de lo que es un auto autónomo, se listarán los elementos tecnológicos utilizados y se describirán los aspectos atinentes a las comunicaciones internas de sus componentes, las comunicaciones con otros vehículos (V2V) y las comunicaciones con otros componentes externos a este, es decir la comunicación con la infraestructura V2X; esto involucrando obviamente la tecnología 5G [1][7].

This article makes a general description of some characteristic elements of autonomous cars, some hardware and software components that are crucial for their correct operation are listed; in the same way, some algorithms and protocols used in their management are described and a reference is made to some technologies that, together as computer and communication tools, allow autonomous cars to be a reality today.

Initially, a definition will be given of what an autonomous car is, the technological elements used will be listed and the aspects related to internal communications of its components, communications with other vehicles (V2V) and communications with other components external to it will be described. that is, communication with the V2X infrastructure; this obviously involving 5G technology.

Categorías y Descriptores Temáticos

Tecnologías Computacionales, Tecnologías de TICs, Robótica

Términos Generales

Gestión Autónoma, Protocolos, Algoritmos.

Palabras clave

Auto autónomo, 5G, comunicaciones.

Keywords

Autonomous car, 5G, communications

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, un automóvil tradicional de última generación viene dotado con un gran número de funcionalidades que se podría decir, acerca, a este tipo de máquinas a lo que será un auto completamente autónomo; es de resaltar, que en un auto

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia.
Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

totalmente autónomo ciencias como la robótica, la inteligencia artificial, la informática, la telemática y en general las comunicaciones son las encargadas a que este tipo de máquinas presten sus servicios de una forma bastante eficiente y segura [16][17][18].

Tecnologías como el machine learning, el Edge computing, la visión artificial, la telemetría, el geo-posicionamiento, el IoT, el uso de toda clase de sensores y actuadores hacen que un auto autónomo sea el ambiente ideal para la implementación de tecnologías emergentes como la quinta generación de comunicaciones móviles o 5G; que dadas sus características imprimirá seguridad y velocidad a la hora de realizar su gestión.

OBJETIVO

Identificar las principales características y tecnologías de los autos autónomos y la importancia que representa la 5G y las comunicaciones en su gestión.

DEFINICIÓN DE AUTO AUTÓNOMO

De acuerdo con la Administración Nacional de Seguridad Vial del Departamento de Transporte de Estados Unidos (NHTSA), un vehículo autónomo es aquel cuya operación ocurre sin la participación directa del conductor para controlar la dirección, aceleración o frenado, y son diseñados de tal manera que no requieren un monitoreo constante por parte de sus tripulantes mientras el auto opera en conducción automática. La NHTSA establece 6 niveles de automatización. Los niveles del 0 al 2 se pueden considerar como de autonomía insipiente y a partir del nivel 3, el Sistema de Conducción Automatizado (ADS: Automated Driving System) permite que la participación de un conductor humano sea cada vez más reducida, de tal modo que en el nivel 5 el automóvil es completamente autónomo [2][3].

GENERALIDADES DE LOS AUTOS AUTÓNOMOS

Esta tecnología requiere de gran capacidad de procesamiento de datos, de tal forma que le permita adoptar decisiones casi que en tiempo real y sincronizar los datos con servidores y demás nodos presentes en la red, todo lo anterior en un ambiente dinámico y complejo que les permita transitar por carreteras que hayan sido previamente programadas.

El ambiente ideal de operación de este tipo de autos es aquel en el que la presencia de humanos al volante sea cero, con lo que se garantiza que todos los eventos posibles en una ruta sean determinados con suficiente antelación para que el auto opere con agilidad y seguridad [18][19][20].

A continuación, se describen brevemente algunos aspectos preponderantes en una buena operación de los autos autónomos.

Conectividad: Un auto está constituido por una gran cantidad de piezas y dispositivos que deben funcionar de forma sincronizada y el flujo de los datos entre sus partes y su entorno entra a

representar la diferencia entre la vida y la muerte; es por esto, que todo lo referente a la conectividad y las comunicaciones es crítico en este tema. Para garantizar la conectividad en un auto se usan algoritmos y protocolos de comunicaciones, los cuales se abordará brevemente en una sesión posterior [9].

Inteligencia: En la actualidad los datos los podemos concebir en tres capas; una capa constituida por la capa del IoT (Internet of Things) que correspondería al auto y todos sus sensores, actuadores, GPSs, cámaras y radares; una segunda capa constituida por el big data, que correspondería a todos los datos recibidos, almacenados y gestionados en data-centers y en la nube y una tercera capa correspondiente a la inteligencia artificial, la cual le permitirá al auto identificar de forma precisa todos los objetos que lo rodean en un momento y una circunstancia determinada, el cual debe ser capaz de identificar si hay animales, personas o cosas en su entorno próximo. El auto autónomo debe estar en capacidad de ‘aprender’ a medida que procesa los datos [8].

Adicionalmente, aspectos como la gestión, uso energético y lo referente a la ciberseguridad serán preponderantes en la consolidación de este tipo de tecnologías.

Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT): El concepto de SIT hace referencia a un conjunto de soluciones tecnológicas de telecomunicaciones y la informática diseñada para mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre, tanto para carreteras urbanas y rurales, como para ferrocarriles que facilitan el control, la gestión y seguimiento de los entes reguladores [29].

ALGO DE HISTORIA ACERCA DE LOS AUTOS AUTÓNOMOS

El tema ha sido abordado desde hace ya varias décadas por diferentes países e industrias, entre los más sobresalientes se pueden citar los siguientes:

Proyecto Eureka Prometheus: Fue desarrollado en 1987 en la Unión Europea, se utilizó un auto Mercedes 500 SEL.

RALPH Proyecto de la Universidad de Carnegie Mellon en 1995.

Proyecto Drive C2X desarrollado en 2011 por la Unión Europea.

Google Driverless car desarrollado en 2010 por Google.

Google car utiliza un auto Toyota con un LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) instalado en el techo y radares en las defensas para detectar otros objetos, cámaras de video ancladas en el espejo retrovisor para ver los semáforos, GPS para posicionamiento y un arreglo de computadores que procesan toda la información censada y deciden cada acción de conducción en tiempo real. En la figura No. 1 se aprecian las principales características de este modelo.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

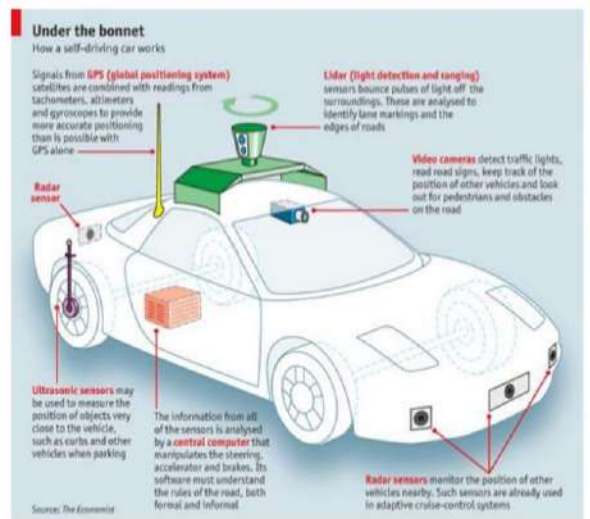


Figura No. 1: Modelo de auto autónomo de Google

Fuente: www.google.com

Auto autónomo de Tesla: Posee ocho cámaras en el vehículo que ofrecen una visión 360 grados alrededor del vehículo con un alcance de hasta 250 metros, doce sensores ultrasónicos, para detectar objetos sólidos y blandos, un computador con gran capacidad de procesamiento, piloto automático, un radar delantero con procesamiento mejorado que brinda datos adicionales sobre el mundo con una longitud de onda redundante que le permite ver a través de lluvia intensa, neblina, polvo e incluso al vehículo que antecede. Ver figura No. 2.



Figura No. 2: Modelo de auto autónomo de Tesla

Fuente: https://www.tesla.com/es_ES/autopilot

COMPONENTES DE SOFTWARE

Debido a que la conducción 100% autónoma o de nivel 5 requiere de varios sistemas en tiempo real que le permitan identificar y adaptarse a entornos urbanos caóticos, entre los cuales podemos contar los sistemas de posicionamiento, los de percepción del entorno, los sistemas de planificación y los sistemas de control, que con base en la información recolectada por los sensores y cámaras faciliten la gestión eficiente de todo el automóvil. Todo lo anterior se logra gracias a la implementación y entrenamiento de algoritmos de machine learning o de aprendizaje de máquina y al uso de modelos probabilísticos y algoritmos de predicción [4][5][6].

El software instalado en los autos autónomos es compatible con el utilizado en dispositivos móviles, es así que, por ejemplo, en materia de sistemas operativos podemos encontrar Android, iOS y Microsoft Phone, entre otros; adicionalmente, se debe contar con un buen número de aplicaciones y protocolos de comunicación.

COMPONENTES DE HARDWARE

Para los autos autónomos, la aprehensión del entorno es fundamental, esto determina que las decisiones adoptadas en un momento dado sean acertadas. El auto debe estar provisto de todos los dispositivos necesarios para la captura, procesamiento y transmisión de información atinente a su gestión; es así, como debe poseer sensores, cámaras, GPS, Sistemas de Navegación Inercial (INS), el cual calcula la posición, la orientación y la velocidad y una serie de medidores láser, radares, LIDAR y sistemas de video, entre otros [10].

ARQUITECTURA DE CONTROL DE LOS AUTOS AUTÓNOMOS

Para el correcto funcionamiento de los autos autónomos es necesario contar con arquitecturas que permitan la gestión sincronizada de los diferentes procesos a realizar sobre los dispositivos como son la dirección, los frenos, el acelerador y se encargue de la interconexión de todos los dispositivos; para ello, los sistemas disponen de tres etapas; en donde la primera se encarga de percibir los datos del entorno, para luego tomar las decisiones con base en esos datos, para luego actuar de acuerdo a la circunstancia particular. Una de las arquitecturas más usadas es la conocida como Can Bus, la cual se muestra en la figura No. 3.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura No. 3: Arquitectura de control

Fuente: www.incibe-cert.es/

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE LOS AUTOS AUTÓNOMOS

Son indispensables para las comunicaciones entre vehículos, y entre su propia infraestructura y los centros de control del tráfico. Las nuevas potencialidades de la tecnología 5G son preponderantes en este contexto.

LOS AUTOS AUTÓNOMOS Y LAS COMUNICACIONES

Gran parte del éxito de la gestión autónoma de un auto radica en el uso de las comunicaciones y al uso de dispositivos electrónicos (sensores, actuadores, GPSs, semáforos, cámaras y antenas de comunicaciones) que les permita estar conectados permanentemente a otros autos y a otros objetos y de esta manera poder reaccionar en milésimas de segundo ante cualquier evento imprevisto. Las comunicaciones móviles juegan un papel preponderante en el desarrollo y gestión de los autos autónomos, tal es el caso del despliegue de la nueva tecnología del 5G o quinta generación de comunicaciones móviles. La 5G permitirá establecer comunicaciones con una latencia (retardo) bastante baja (1ms), con lo cual la reacción a un evento fortuito en el caso de los autos autónomos será casi en tiempo real, esta tecnología permitirá retardos del orden de los milisegundos y adicionalmente permitirá conectar una gran cantidad de objetos de manera simultánea, objetos que se estarán comunicando de forma permanente.

Gracias a la 5G, los autos ya no transitarán de forma independiente, sino que lo harán en grupo o enjambre, esto en el sentido de que todos estarán interconectados y gestionados por la información almacenada en la nube y que fluirá de forma bidireccional casi que, en tiempo real, en un sentido los datos manejados por cada auto se transmitirán a un data-center y este retransmitirá y compartirá esos datos con todos los autos presentes en ese momento en un área determinada [1][25].

MODELOS DE GESTIÓN BASADOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La IA aportará los algoritmos para analizar, sintetizar, predecir, e interactuar con capacidades cognitivas similares o superiores a las humanas. Con lo anterior, se desarrollará una nueva capa global de nuevos servicios de inteligencia algorítmica.

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

A nivel de protocolos de comunicación que emplean los vehículos, cabe destacar los más utilizados en este sector; el CAN (Controller Area Network) Bus y el LIN (Local Interconnect Network) Bus.

CAN Bus: Es el protocolo más extendido a nivel global y puede clasificarse según su velocidad como de alta velocidad, hasta 1 Mbit/s, o, de baja velocidad, tolerante a fallos hasta 125 kbits/s.

LIN Bus: Es una extensión del CAN Bus, la cual tiene ciertas limitaciones, como una velocidad máxima de 20 kbits/s, que hace que su transferencia de datos sea bastante inferior a la del protocolo CAN Bus.

Otros protocolos utilizados: Son también utilizados protocolos como Ethernet, FlexRay, Immobilizers, MOST (Media Oriented Systems Transport), entre otros [13]

En lo que a la comunicación del vehículo con el exterior se refiere, también existen varios protocolos. Éstos dependerán del destino de la información a la hora de transmitir y recibir datos, por ejemplo, se tienen los siguientes modelos de comunicación:

V2V (Vehículo a Vehículo): La información que genera un vehículo tiene como destino otro.

V2I (Vehículo a Infraestructura): Cuando la información que genera un vehículo tiene como destino una infraestructura con la cual conocer datos útiles como por ejemplo los de una zona de parqueo que avisa si hay espacios disponibles o no.

V2G (Vehículo a Red): Cuando un auto autónomo se comunica con la red eléctrica o estación de servicio y avisa de que tiene la necesidad de ser cargado. Ver figura No. 4. [14]



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Figura No. 4: Comunicaciones de los autos autónomos

Fuente: www.incibe-cert.es/

ALGORITMOS USADOS EN APRENDIZAJE DE MÁQUINA

Para la gestión inteligente de los autos autónomos es indispensable la utilización y optimización de los algoritmos clásicos de la IA, entre los cuales encontramos los siguientes:

Algoritmos de regresión: Se clasifican en de regresión logística y de regresión lineal. Este tipo de algoritmos nos permiten clasificar o predecir valores utilizando una medida de error que se intentará minimizar

Algoritmos basados en instancias: Son modelos de aprendizaje para problemas de decisión con instancias o ejemplos (muestras) de datos de entrenamiento que son importantes o requeridos por el modelo.

Algoritmos de árbol de decisión: Modelan la toma de decisión basado en los valores actuales (reales) de los atributos que tienen los datos. Se utilizan sobre todo para clasificación de información, bifurcando y modelando los posibles caminos tomados y su probabilidad de ocurrencia para mejorar su precisión

Algoritmos Bayesianos: Aprovechan los teoremas de probabilidad en Aprendizaje Automático.

Algoritmos de agrupación (clustering): Son de aprendizaje no supervisado y encontrarán relaciones entre los datos que seguramente no contemplamos a simple vista.

Algoritmos de redes neuronales: Imitan el comportamiento de activación biológico y la interconexión entre neuronas para buscar soluciones no lineales a problemas complejos

Algoritmos de aprendizaje profundo: Las redes convolucionales hacen que una red neuronal de aprendizaje profundo tenga la capacidad de reconocer animales, humanos y objetos dentro de imágenes

Algoritmos de reducción de dimensión: La reducción de dimensión nos permite graficar o simplificar modelos muy complejos que en su condición inicial contenían demasiadas características [15] [28]

LA 5G Y LOS AUTOS AUTÓNOMOS

La quinta generación de comunicaciones móviles servirá para catapultar otras tecnologías emergentes y aplicaciones prácticas como son la comunicación y gestión de los autos autónomos; es importante resaltar que la evolución en las comunicaciones móviles se sirve de una serie de modelos, paradigmas y tecnologías que le permiten no solo mejorar el tratamiento de las señales sino hacer uso de modelos computacionales de vanguardia que facilitan la gestión eficiente de los datos, minimizar la transferencia de información remota, aumentar la capacidad y velocidad de procesamiento y transferencia de los datos y hacer un uso eficiente del espectro de acuerdo al tipo de tráfico de una ubicación geográfica determinada; algunas de estas tecnologías son las funciones de virtualización, el uso de contenedores de software, el Edge computing, la Big Data, el IoT y la computación y radio cognitiva[1] [11][12].

CONCLUSIONES

En los autos autónomos, la gestión, el control y las comunicaciones dependerán en gran medida de la evolución de estas últimas; el auto del futuro será un dispositivo cuyo 'control remoto' será un teléfono móvil de última generación.

Las ciudades inteligentes con sistemas inteligentes de transporte serán el entorno ideal en donde los autos autónomos transportarán de forma segura y ágil a pasajeros y cargas sin la intervención humana.

REFERENCIAS

- [1] Fúquene A. H. Indicadores claves de rendimiento en 5G, en CICOM 2020. <http://tlamati.uagro.mx/t113e/t113e.pdf>
- [2] <https://www.nhtsa.gov/es/tecnologia-e-innovacion/vehiculos-automatizados-para-la-seguridad>
- [3] <https://www.secureweek.com/sae-niveles-de-automatizacion-de-conduccion/>
- [4] <https://www.aprendemachinelearning.com/principales-algoritmos-usados-en-machine-learning/>
- [5] <https://www.smartpanel.com/que-es-deep-learning/>
- [6] https://www.sas.com/es_mx/whitepapers/local/machine-learning.html?gclid=EAIaIQobChMIvOjAxu_K6wIVE4-GCh0DYQ_IEAAYASAAEgL10vD_BwE
- [7] <http://blog.orange.es/innovacion/se-dice-vehiculo-autonomo-dependera-del-despliegue-5g/>
- [8] <https://www.imnovation-hub.com/es/ciencia-y-tecnologia/?page=1>



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

- [9] <https://mundocontact.com/4-componentes-esenciales-para-el-coche-del-futuro/>
- [10] <https://programarfacil.com/podcast/coche-autonomo-estado-del-arte/>
- [11] https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/futuro-coches-autonomos-y-conectados_13619
- [12] <https://blogthinkbig.com/ventajas-coche-conectado-casos-uso>
- [13] <https://www.incibe-cert.es/blog/los-coches-inteligentes-preparados-amenazas>
- [14] <https://www.incibe-cert.es/blog/vulnerabilidades-sector-automovilistico>
- [15] <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/deep-learning-que-es-y-por-que-va-a-ser-una-tecnologia-clave-en-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial>
- [16] Cirett Galán, F., & Torres Peralta, R. (s. f.). Capítulo 4 El auto inteligente: evolución e impacto social más allá de un nuevo paradigma del transporte. En *Rumbo al auto del futuro. Innovación, sistemas de calidad y trabajo* (pp. 99-123).
- [17] Los Coches Inteligentes Han Llegado Para Quedarse, ¿Cómo Funcionan? (2018, 18 junio). Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://blog.verti.es/coche/como-funcionan-coches-inteligentes>
- [18] Sanlville, M., & Samaniego, J. (2019, 13 marzo). El futuro de las carreteras: vías inteligentes para la llegada del coche autónomo. Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://blog.ferrovial.com/es/2019/03/futuro-carreteras-vias-inteligentes-coche-autonomo/>
- [19] Los coches inteligentes: ¿preparados ante amenazas? (2020, 5 marzo). Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://www.incibe-cert.es/blog/los-coches-inteligentes-preparados-amenazas>
- [20] La seguridad de los coches inteligentes a examen. (2020, 6 abril). Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://www.incibe-cert.es/blog/vulnerabilidades-sector-automovilistico>
- [21] WIRED. (2015, 8 noviembre). Los piratas informáticos cortan los frenos de un Corvette a través de un gadget de automóvil común. Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://www.wired.com/2015/08/hackers-cut-corvettes-brakes-via-common-car-gadget/>
- [22] Investigadores en ciberseguridad hackean remotamente un Jeep Cherokee. (2019, 19 febrero). Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://www.incibe-cert.es/alerta-temprana/bitacora-ciberseguridad/hackean-jeep-cherokee>
- [23] Colaboradores de Wikipedia. (s. f.). OBD. Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://es.wikipedia.org/wiki/OBD>
- [24] CERT Coordination Center. (s. f.). Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://www.kb.cert.org/vuls/id/209512>
- [25] Colaboradores de Wikipedia. (s. f.-b). Telemetría. Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Telemetr%C3%ADa>
- [26] Colaboradores de Wikipedia. (s. f.-b). Sistema de comunicación vehicular. Recuperado 2 de julio de 2020, de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_comunicaci%C3%B3n_vehicular
- [27] Pascual, M. G. (2020, 1 julio). “El modelo de aprovecharse de los datos para hacerse rico se está agotando”. Recuperado 2 de julio de 2020, de https://retina.elpais.com/retina/2018/11/14/innovacion/1542196731_054317.html
- [28] Qué es El coche inteligente. (s. f.). Recuperado 2 de julio de 2020, de <https://www.ramonmillan.com/tutoriales/cocheinteligente.php>
- [29] Recuperado de Internet en 2 de agosto de: <https://www.aprendemachinelearning.com/principales-algoritmos-usados-en-machine-learning/>
- [30] https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_inteligentes_de_transporte



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

Una mirada a Edge Computing, los modelos de red y de comunicaciones

A look at edge computing, network and communications models

Héctor Julio Fúquene Ardila

Facultad Tecnológica

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá, Colombia

hfquene@udistrital.edu.co

RESUMEN

En el presente artículo se hace una reflexión en torno a los avances en materia de redes telemáticas y de las aplicaciones que contribuyen con el mejoramiento en los servicios de comunicaciones; para lo cual se abordaron las principales tendencias en cuanto a infraestructura de red, de comunicaciones y algunos aspectos referentes a la innovación en el desarrollo de software, quienes en su conjunto, privilegian los procesos en donde los tiempos de respuesta son críticos; aspectos que nos deben permitir identificar las ventajas que en la computación y las comunicaciones estas representan; además, se pretende resaltar otras ventajas colaterales asociadas con la seguridad, la privacidad y la fiabilidad en los datos captados, procesados y transferidos; aspectos que potencian la comunicación eficiente no solo entre las personas sino entre todos los objetos que son parte activa en una red telemática.

La captura y procesamiento insitu de los datos, que se da gracias al uso de sensores y de la tecnología Edge Computing y a los modelos de red (como Fog y Cloud computing); la utilización de redes

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.

XI Congreso Internacional de Computación CICOM 2021, (20 al 22 de octubre del 2021), Sede virtual: Colombia. Copyright 2021 Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

definidas por software, la virtualización de recursos físicos y lógicos, el uso de contenedores de software y la dockerización; así como la utilización de APIs y Frameworks, son fundamentales para agilizar el despliegue de infraestructura tecnológica y poder obtener cada vez mejores tiempos de respuesta en los sistemas de comunicaciones, los cuales son vitales en sectores como el automovilístico (autos autónomos), las fábricas inteligentes, el sector energético, el entretenimientos en línea y por supuesto la implementación de la 5G (quinta generación de comunicaciones móviles).

ABSTRACT

This article makes a reflection on the advances in telematic networks and applications that contribute to the improvement of communications services; for which the main trends in terms of network infrastructure, communications and some aspects related to innovation in software development were addressed, which as a whole, privilege processes where response times are critical; aspects that should allow us to identify the advantages that these represent in computing and communications; In addition, it is intended to highlight other collateral advantages associated with security, privacy and reliability in the data captured, processed and transferred; aspects that enhance efficient communication not only between people but also between all objects that are an active part in a telematic network.

The on-site capture and processing of data, which occurs thanks to the use of sensors and Edge Computing technology and network models (such as Fog and Cloud computing); the use of software-defined networks, the virtualization of physical and logical resources, the use of software containers, and dockerization; As well as the use of APIs and Frameworks, they are fundamental to speed up the deployment of technological infrastructure and to be able to obtain increasingly better response times in communication systems, which are vital in sectors such as the automobile



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

(autonomous cars), smart factories, the energy sector, online entertainment and of course the implementation of 5G (fifth generation of mobile communications).

Palabras clave

Edge computing, fog computing, cloud computing, virtualización, contenedores, SDN, API.

Keywords

Edge computing, fog computing, cloud computing, virtualization, containers, SDN, API.

INTRODUCCIÓN

La innovación permanente en los modelos de desarrollo de aplicaciones junto con los nuevos modelos y paradigmas de redes informáticas tienden a optimizar los tiempos de respuesta y dar mayor agilidad en la manipulación de datos remotos, todo tendiente a la realización de procesamiento de datos in situ y evitar el flujo de datos a la nube y a los data-centers.

En este contexto, es importante resaltar como la virtualización de recursos, el uso de contenedores de software, la utilización de redes definidas por software (SDN), el intercambio de datos por medio de APIs (Application Programmig Interface), la utilización de frameworks genéricos que facilitan y estandarizan las aplicaciones; junto con modelos de red y paradigmas de comunicaciones como el Edge computing que pretende 'atender' la gran cantidad de tráfico generado por el IoT (Internet of Things); el Fog computing que permite el procesamiento de datos provenientes de la capa Edge y decantar los datos para enviarlos a los servidores y data-centers de Cloud computing; modelos que privilegian el uso mesurado de los recursos de red y de comunicaciones en donde el procesamiento de datos en frontera permite reducir la latencia en las comunicaciones que son utilizadas en procesos críticos como son la gestión remota de autos y de centros de manufactura inteligentes, entre otros[21][22].

En la actualidad el desarrollo de aplicaciones demanda de los programadores un mayor dominio de los modelos de red y del procesamiento distribuido y remoto de datos, además, de conocer y aplicar las metodologías adecuadas para su transferencia y uso adecuado de los recursos de red y de comunicaciones; el análisis planteado en el presente artículo pretende sensibilizar a los desarrolladores de la importancia de contemplar los aspectos telemáticos en el software que se esté implementando; pues este, el software, es el que está revolucionando el mundo de las redes y las comunicaciones.

NUEVOS MODELOS DE INTERCONEXIÓN

Desde el punto de vista de red y telemático, la infraestructura de computación y de comunicaciones está constituida por tres capas de abstracción (Edge, Fog y Cloud), las cuales, cumplen roles bien definidos, que permiten optimizar los recursos, físicos, lógicos, de interconexión y de transferencia. El modelo aquí analizado, es el responsable de captar, procesar, almacenar y transferir los datos generados por una gran cantidad de dispositivos y objetos (25 mil millones a 2021 y 66 mil millones a 2026, Fuente statista.com) que de forma permanente generan información y demandan infraestructura de cómputo y de comunicaciones haciendo que el uso mesurado de esta infraestructura sea actualmente un tema crítico.

Edge Computing: Es un paradigma de computación distribuida, que acerca el procesamiento y almacenamiento de los datos a la ubicación en la que se necesita para mejorar los tiempos de respuesta y ahorrar ancho de banda. El paradigma está orientado a optimizar la captura, procesamiento y transferencia de datos de los millones de objetos conectados que surgieron gracias al IoT; con esta tecnología, los sensores y actuadores estarán dotados de algún grado de inteligencia que les permitirán optimizar los procesos y evitar en lo posible el flujo de información a la siguientes capas constituidas por nodos Fog y a su vez con el Cloud Computing y los data-centers. Como se aprecia en la figura No. 1, el Edge privilegia el procesamiento en tiempo real de los datos, el almacenamiento local de información y la comunicación entre máquinas.

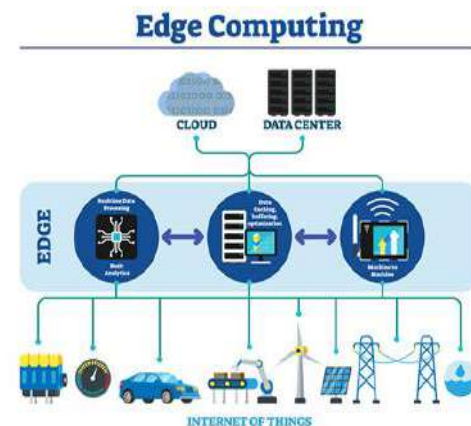


Figura No. 1. Edge Computing e IoT.

Fuente: <https://www.damaspain.org/si-el-iot-genera-demasiados-datos-existe-una-solucion-la-informatica-en-la-niebla-edge-computing/>

Edge computing se puede considerar actualmente como la tendencia tecnológica con mayor proyección, que junto con el IoT permitirán una gestión inteligente de ambientes densamente interconectados que generan grandes volúmenes de datos, que pueden llegar a ser del orden de los terabytes y que demandan gran capacidad de cómputo y de infraestructura de comunicaciones los cuales representan altos costos, que se pueden evitar si estos se



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

procesan en el entorno cercano a donde se originan. El ambiente que mejor ámbito de aplicación tiene es el de los autos inteligentes y en las comunicaciones móviles de última generación.

Algunas ventajas de Edge Computing

Se obtienen servicios más rápidos y estables a menor costo.

Se disminuyen costos en infraestructura de red.

Se optimiza el uso de ancho de banda.

Se reduce la latencia.

Aumenta la seguridad de los datos.

Se agiliza el proceso de toma de decisiones.

Permite el desarrollo de aplicaciones estandarizadas.

Permite descongestionar y optimizar el uso de la nube.

Permite la implementación del Internet Industrial de las Cosas.

Desafíos de Edge a futuro.

Debido a la gran cantidad de dispositivos que se encuentran en el mercado perteneciente a diferentes marcas es importante a futuro:

Garantizar compatibilidad al 100%

Garantizar el funcionamiento en presencia de errores.

Dar soporte a máquinas virtuales, contenedores y nodos sin sistema operativo.

Soportar servicios de transmisión de video, de entretenimiento y de inteligencia artificial y el aprendizaje automático [2][3][8][9][10].

Fog Computing: su principal objetivo es no transferir todos los datos a la nube, por lo que proporciona gran capacidad de procesamiento, almacenamiento y comunicación local de los datos; datos, que son captados, procesados y transferidos desde la capa Edge, ver figura No. 2 [6].

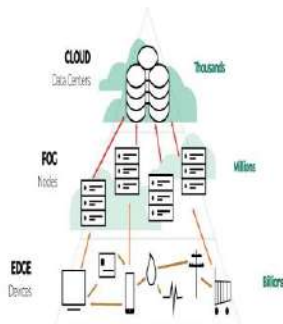


Figura No. 2. Fog Computing.

Fuente: <https://www.e-zigurat.com/innovation-school/blog/cloud-edge-fog-computing-practical-applications/>

Cloud Computing: la nube utiliza una capa de red para conectar los dispositivos de punto periférico de los usuarios, como computadores, teléfonos inteligentes, dispositivos portátiles, a recursos centralizados en los data center. El modelo de comunicaciones actual pretende descargar de la nube gran cantidad de procesos y realizarlos en la frontera donde son captados; en la figura No. 3. se presenta una vista general de la nube, los usuarios y los métodos de entrega de recursos y servicios.



Figura No. 3. Cloud Computing – usuarios y servicios

Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_en_la_nube

Funcionamiento general: La primera capa, que interactúa directamente con el IoT, procesa solo aquellos datos que requieren baja latencia; este procesamiento es realizado por los mismos sensores (Edge), de forma independiente o en red, según estén configurados. Una vez procesadas estos datos, sus resultados se pueden usar para alguna tarea local o enviarse a Internet; si esto ocurre, el volumen transferido es mucho menor al originado inicialmente. Esto significa que la capa Fog, recibe unos datos decantados con los cuales se producen datos un poco más generales, que contemplan el historial previo del comportamiento del sistema y los cuales reposan en bases de datos propias de este nivel. Finalmente, estos datos, las cuales han sido doblemente filtrados, se envían a la nube, donde se almacenan para mantener un histórico global de los datos y donde se pueden procesar de nuevo para obtener nuevas conclusiones o activar algún evento a partir de su análisis. En la figura No. 4. Se presenta un esquema general de la arquitectura en donde se resaltan los elementos anteriormente citados.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

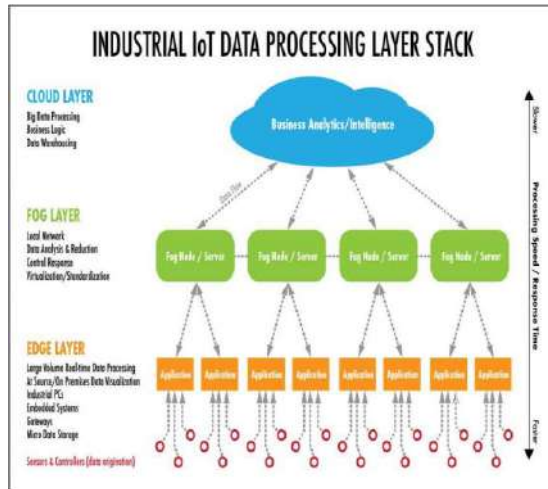


Figura No. 4. Cloud Computing – usuarios y servicios

Fuente: <https://blogs.salleurl.edu/es/cloud-vs-fog-vs-edge-computing>

En el esquema anteriormente planteado, juega un papel preponderante el grado de inteligencia y capacidad de procesamiento que demande cada objeto o nodo de la red IoT, aspecto que hace algún tiempo era una barrera difícil de sobrepasar, pues el despliegue de la infraestructura requerida era costosa y necesitaba de dispositivos físicos que la mayoría de las veces tenía gran tamaño y complejidad; esta problemática es solventada gracias a las aplicaciones software y a los nuevos modelos de desarrollo del mismo, los cuales se intentan describir en los siguientes apartes.

EL SOFTWARE COMO SOLUCIÓN

El despliegue de infraestructura tecnológica, por costos y espacio, era un aspecto que dificultaba la interconexión de diversos dispositivos o que implicaba que los datos tuvieran que transmitirse a grandes distancias para ser procesadas y resolvieran las dificultades demandando un tiempo de respuesta amplio; con la miniaturización de dispositivos como sensores y actuadores se originó la necesidad de que los datos fueran procesados cerca de donde se captaban, es ahí donde el software entra a jugar un papel preponderante, el cual, junto con la posibilidad de gestión remota de objetos, permitieron bajar la latencia en procesos que demandan respuestas en tiempo real y disminuir el flujo de datos a transferir a las capas superiores de la red. A continuación, se presentan algunos modelos que han sido implementados para obtener esa interconexión para la captura, almacenamiento y transferencia de los datos sin la necesidad de implementar complejas infraestructuras tecnológicas.

Redes definidas por software: Las SDN (Software Defined Networks), son un conjunto de técnicas relacionadas con el área de redes computacionales, cuyo objetivo es facilitar la implementación e implantación de servicios de red de una manera determinista, dinámica y escalable, evitando al administrador de

red gestionar dichos servicios a bajo nivel. En SDN están separadas las funciones del plano de control de las del plano de reenvío de datos, esto es, un dispositivo de red tradicional como un router se sobrecarga fácilmente al tener que ocuparse de las dos funciones, esto se optimiza gracias a que las SDN asignan toda la gestión de control a una entidad lógica dejando a los dispositivos de red únicamente la función de reenvío. Con lo anterior se optimiza el rendimiento y uso de los dispositivos de red (ver figura No. 5), se reducen costos y permite una mayor agilidad de despliegue de nuevos servicios [1][4][5].

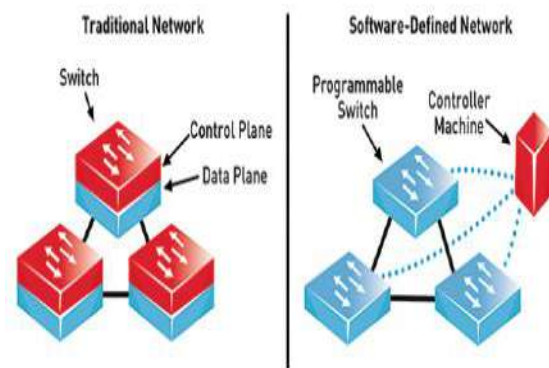


Figura No. 5. Red definida por software

Fuente: <https://www.error509.com/2019/02/que-es-sdn-y-como-va-a-cambiar-la-vision-de-las-redes-una-introduccion-sencilla/>

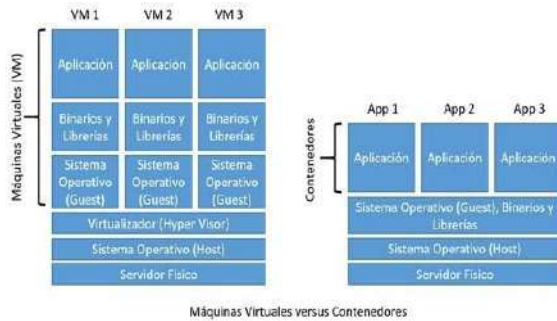
Virtualización: en informática, la virtualización es la creación a través de software de una representación de algún recurso tecnológico (físico o lógico), es decir, el software o hipervisor separa el sistema operativo de las aplicaciones del hardware. Por tanto este software tiene la función de simular la existencia del recurso tecnológico que se quiere virtualizar. La virtualización permite llevar el procesamiento de datos a dispositivos, que independiente como estén configurados, y gracias a la baja demanda de procesamiento permite que se desplieguen los servicios a un bajo costo y evitando el flujo de datos a nodos adyacentes.

Contenedores: El concepto de container, aplicado a la informática, consiste en agrupar y aislar entre sí aplicaciones o grupos de aplicaciones que se ejecutan sobre un mismo núcleo de sistema operativo. En ella, se comparte un mismo hardware entre diversos sistemas operativos; se puede asumir que la virtualización se enfoca al hardware y los contenedores lo que virtualizan el sistema operativo; con la ventaja de que estos son más livianos que un S.O., lo que implica mayor rapidez y una menor demanda de memoria. Con los contenedores se realiza un empaquetado lógico en el que las aplicaciones se pueden abstraer del entorno en el que se ejecutan. En la figura No. 6, muestra un paralelo entre la virtualización y el uso de contenedores [7][18].



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia



Máquinas Virtuales versus Contenedores

Figura No. 6. Virtualización Vs Contenedores

Fuente: <https://www.fayerwayer.com/2016/06/maquinas-virtuales-vs-contenedores-que-son-y-como-elegir-entre-estas-tecnologias/>

Docker: es una plataforma abierta para que desarrolladores y administradores de sistemas desarrollen, envíen y ejecuten aplicaciones distribuidas, ya sea en computadores portátiles, máquinas virtuales de centros de datos o en la nube; además, permite empaquetar software en “contenedores” que contienen todo lo necesario para que los programas se ejecuten. *Un Docker es un sistema operativo para contenedores.* De manera similar a cómo una máquina virtual virtualiza (elimina la necesidad de administrar directamente) el hardware del servidor, los contenedores virtualizan el sistema operativo de un servidor. Docker se instala en cada servidor y proporciona comandos sencillos que puede utilizar para crear, iniciar o detener contenedores.

API: Una API (Application Programming Interface) es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. API significa interfaz de programación de aplicaciones. Las API permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados, como se aprecia en la figura 7. Además, las APIs le otorgan flexibilidad; simplifican el diseño, la administración y el uso de las aplicaciones, y facilitan la innovación, lo que representa una ventaja a la hora de diseñar nuevas herramientas y productos[17].



Figura No. 7. Esquema de funcionamiento de las APIs

Fuente: <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>

Framework: Es una ‘plantilla’ la cual facilita el desarrollo de aplicaciones y enmarcarlas fácilmente en estándares de diseño, se puede considerar, además, que es un entorno de trabajo, o marco de trabajo que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar [20].

Microservicios: es un método de desarrollo de aplicaciones software que funciona como un conjunto de pequeños servicios que se ejecutan de manera independiente y autónoma, proporcionando una funcionalidad de negocio completa. En ella, cada microservicio es un código que puede estar en un lenguaje de programación diferente, y que desempeña una función específica. Los microservicios se comunican entre sí a través de APIs, y cuentan con sistemas de almacenamiento propios, lo que evita la sobrecarga y caída de la aplicación.

Aplicación en 5G: La quinta generación de comunicaciones móviles y el Edge computing, están creando un mundo de nuevas oportunidades de negocio en la industria, el transporte, y en entretenimiento, esto gracias a la aplicación de los avances generados en el desarrollo de nuevos paradigmas de programación y de procesamiento de datos [22].

Otros beneficios: El procesamiento in situ de los datos trae consigo otras ventajas que podríamos considerar como secundarias; pero que en la actualidad son igualmente importantes, como son los referentes a las seguridad y privacidad de los datos, pues entre menos datos circulen en el sistema, a menor riesgo se van exponer; de igual forma, la calidad, la fiabilidad y la eficiencia de los sistemas son potenciados.

Aplicaciones: La ciudades inteligentes o Smart Cities serán el ambiente ideal de este tipo de tecnología y como se mencionó en apartes anteriores es la industria la mayor beneficiada y la encargada de su implementación y monetización; áreas como el entretenimiento, las comunicaciones y el sector energético serán los más beneficiados con este tipo de avances tecnológicos.

CONCLUSIONES

El crecimiento exponencial de objetos conectados a Internet ha demandado de una mayor infraestructura de cómputo y de comunicaciones con las cuales mantener unos estándares de calidad y fiabilidad en los servicios de comunicaciones a unos costos razonables; la posibilidad de realizar un procesamiento y gestión ‘inteligente’ de los datos en entornos cercanos a donde se originan representan numerosas ventajas desde el punto de vista técnico como son: mayor seguridad, mayor rápides, aprovechamiento eficiente de ancho de banda; y en aspectos económicos pues se evita el despliegue de infraestructura física y evita que se den grandes flujos de datos a los data-centers y a la Nube y reduce el consumo de energía.

Otro aspecto a resaltar en este ámbito, es el papel protagónico que el desarrollo de software representa en los procesos de gestión y de comunicaciones, pues es a través de este que es posible la captura, el procesamiento en frontera, la gestión y la transferencia de datos.



XI CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTACION MÉXICO - COLOMBIA CICOM 2021

Octubre 20, 21 y 22 de 2021, Colombia

REFERENCIAS

- [1] https://www.ciena.com.mx/insights/what-is/What-is-SDN_es_LA.html
- [2] <https://blog.techdata.com/ts/latam/internet-de-las-cosas-desde-abajo-edge-computing>
- [3] https://es.wikipedia.org/wiki/Edge_computing
- [4] https://es.wikipedia.org/wiki/Redes_definidas_por_software
- [5] <https://es.wikipedia.org/wiki/Virtualizaci%C3%B3n>
- [6] <https://blogs.salleurl.edu/es/cloud-vs-fog-vs-edge-computing>
- [7] <https://www.fayerwayer.com/2016/06/maquinas-virtuales-vs-contenedores-que-son-y-como-elegir-entre-estas-tecnologias/>
- [8] <https://www.xataka.com/internet-of-things/edge-computing-que-es-y-por-que-hay-gente-que-piensa-que-es-el-futuro>
- [9] <https://empresas.blogthinkbig.com/edge-computing-que-es/>
- [10] <https://blog.hostdime.com.co/edge-computing-que-es-para-que-sirve/>
- [11] <https://www.arsys.es/blog/soluciones/infraestructura/edge-computing/>
- [12] <https://empresas.blogthinkbig.com/edge-computing-que-es/>
- [13] <https://rockcontent.com/es/blog/edge-computing/>
- [14] <https://itmastersmag.com/noticias-analisis/que-es-edge-computing-y-por-que-es-relevante-para-las-empresas/>
- [15] <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-edge-computing>
- [16] <http://www.globalbit.co/2019/02/05/que-es-el-edge-computing-y-cual-es-su-importancia>
- [17] <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces#:~:text=Una%20API%20es%20un%20conjuntode%20saber%20c%C3%B3mo%20est%C3%A1n%20implementados.>
- [18] <https://www.itmastersmag.com/noticias-analisis/que-son-los-contenedores-de-software-y-como-aportan-valor-a-las-organizaciones/>
- [19] <https://circulotne.com/empresas-mas-conectadas-tendencias-en-internet-de-las-cosas-2021.html>
- [20] <https://es.wikipedia.org/wiki/Framework>
- [21] <https://www.redhat.com/es/topics/edge-computing/what-is-edge-computing>
- [22] Fúquene A. H. Indicadores claves de rendimiento en 5G, en CICOM 2020. <http://tlamati.uagro.mx/t113e/t113e.pdf>