

AmITIC 2019

Memorias del Congreso Proceeding Conference

11 al 13 de Septiembre de 2019

Pereira, Colombia

ISBN: 978-9962-698-66-1

Editores:

Dr. Vladimir Villarreal.

Dra. Lilia Muñoz.

Organizan:



Auspician:



PREFACIO

Este año celebramos el III Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil, en la ciudad de Pereira, Colombia. Las áreas temáticas del evento se enmarcan en los temas sobre E-learning aplicado a entornos móviles, Redes de sensores, Ingeniería de Software aplicado a salud, Diseño de interfaces móviles, Nuevos desarrollos en Ingeniería de Software, Sistemas de salud médicos, Inteligencia Ambiental, Inteligencia Artificial, Salud electrónica y móvil, Ciudades Inteligentes, Nuevas soluciones en Ciencias Computacionales, Seguridad, Big data y Open data, Internet de las cosas.

El objetivo de esta tercera versión es fomentar la investigación, mediante la cooperación entre diversos países, en todas las áreas temáticas en que se centra el congreso.

Se recibieron 39 artículos sometidos a un proceso de revisión por al menos dos evaluadores, resultando seleccionados 30 para presentar durante el evento.

Dentro del Congreso se cuenta con la presentación de 9 Conferencias magistrales, de las cuales cinco son internacionales de países como Francia, Colombia, Ecuador, Panamá, Brasil y México. Se tienen dos conferencias para el área de Inteligencia Ambiental, una para el área de Internet de las Cosas, una para el área de Nuevas soluciones en Ciencias Computacionales, una para el área de Seguridad para protección de datos.

Finalmente, agradecemos a los evaluadores y participantes por aceptar la invitación de formar parte de este evento, así como, al equipo humano que trabajó durante meses para la realización del Congreso.

Pereira, 11 de septiembre de 2019.
Dr. Vladimir Villarreal - Editor
Dra. Lilia Muñoz - Editora

COMITÉ DEL CONGRESO

Presidente del Congreso

Dr. Vladimir Villarreal Contreras

Presidente de Comité Científico y de Programa

Dra. Lilia Muñoz Arracera

Comité Organizador

Eliana Marcela Zuleta Gálvez
Carlos Arturo Blandón Jaramillo
Carlos Alberto Cano Plata
Jose Alexander Rodriguez
María Victoria Escobar
Luis Miguel Gallo
Humberto Pareja Quintero
Margarita Vallejo
Carolina Mejía Caro

Comité de Científico y de Programa

Gloria Jeanette Rincón
Fernando Rojas Rojas
Ferley Medina Rojas
Jaime Malqui Cabrera Medina
Herman J. Mosquera Cuesta
Guillermo García Gonzalez
Julian Andres Mera Paz
Fernando Colmenares
Jesus Fontecha
Gustavo Lopez
Gabriel Urzaiz
Ramón Hervas
Irlesa Indira Sánchez Medina
Carlos Ignacio Torres Londoño
Geyni Arias Vargas
Álvaro Hernán Alarcón López
Yarisol Castillo
Pedro Torres Silva
Aranzazu Berbey
Francisco Gutierrez
Iván González
Sandra Milena Lozano Vera
Pedro Luis Huergo Tobar
Antonio Castro Silva

ISBN: 978-9962-698-66-1

Juan John Jairo Trujillo
Myriam Rocio Pallares Muñoz
Wilson Rodriguez Calderón
Alba Galvis Gómez
Nelly Clavijo Bustos
Jorge Enrique Cuellar García
Roberto Encarnación Mosquera
Luis Eduardo Ruano Ibarra

Comité de Publicidad y Difusión

Mel Nielsen Pimentel
Carolina Mejía Caro

Comité de Estudiantes

Sergio Alexander Gordillo Ramos
Duverney Aldana Sánchez
Didio Arbey Perdomo Castillo

AmITIC 2019

TABLA DE CONTENIDO

- 08-15** | Mejorando la enseñanza de la matemática a través de la robótica. *Joseph González, Itza Morales, Lilia Muñoz, Mel Nielsen, Vladimir Villarreal.*
- 16-23** | Arquitecturas de Referencia Edge Computing para la Industria 4.0: una revisión. *Inés Sittón-Candanedo, Ricardo S. Alonso, Lilia Muñoz, Sara Rodríguez-González.*
- 24-31** | Caracterización de la gestión del servicio de Tecnologías de Información para una MiPyme del sector tecnológico: Una aproximación desde ITIL-Information Technology Infrastructure Library. *Carlos Eduardo Puentes Figueroa, Gina Paola Maestre-Góngora.*
- 32-39** | Reconocimiento automático de ganado bovino a partir de imágenes aéreas tomadas con drones: Un enfoque exploratorio. *Diana Isabel Gómez Bedoya, Reinel Castrillón.*
- 40-46** | Software para autoevaluación de programas académicos en instituciones de educación superior. *Alvaro Hernán Alarcón López, José Miguel Llanos Mosquera, Julián Andrés Quimbayo Castro, Eliana Andrea Londoño Vieda, Tomas Octavio Rodríguez Herrera.*
- 47-54** | Desarrollo de una aplicación web de seguimiento y deserción para los estudiantes de la corporación universitaria del Huila – CORHUILA. *Julián Andrés Quimbayo Castro, José Miguel Llanos Mosquera, Álvaro Hernán Alarcón López, Santiago Borrero Suarez.*
- 55-61** | Conceptualización de territorios inteligentes: Una aproximación desde el enfoque socio-técnico. *Gina Paola Maestre-Góngora, Ramón Fernando Colmenares-Quintero, Kim Stansfield, Hernán Astudillo.*
- 62-66** | Experiencia educativa apoyada en TICs para el cálculo de centroides y momentos de inercia de figuras planas de contorno recto. *Wilson Rodríguez Calderón, Myriam Rocío Pallares Muñoz, Ariana Vargas Guerra.*
- 67-71** | Propuesta utilizando un componente de software para la integración de las plataformas Moodle-Dspace con el protocolo swordv1. *Huriviades Calderón-Gómez, Danny Murillo, Dalys Johana Saavedra, Madelaine Fernández E.*
- 72-78** | Sistema para el diagnóstico de enfermedades laborales en el campo de seguridad y salud en el trabajo. *Leydi Johana Polo Amador, Abigail Tello Ríos, Nancy Tavera Castillo.*
- 79-86** | Prototipo de sistema termosolar para la generación de energía eléctrica a través del motor Stirling. *Miguel Angel Arias Cifuentes, Erika Viviana Moreno Rodríguez, Maicol Cárdenas Hernández.*

- 87-93** | Sistema de gestión y solicitud de citas médicas para estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander. *Abigail Tello Ríos, Leydi Johana Polo Amador, Nancy Tavera Castillo.*
- 94-100** | Ambientes Navales Aumentados para un aprendizaje más significativo en estudiantes grumetes. *Harold Álvarez Campos.*
- 101-106** | Monitoreo de variables agrometeorológicas en la fase de germinación de un cultivo de pimentón a través de IoT. *José Armando Hernández Suárez, Jhojan Stiven Ramírez Ascencio, Juan Camilo Cruz Sotelo, Álvaro Hernán Alarcón López.*
- 107-112** | Análisis comparativo entre de MAE y RNA en señales de EMG obtenidas para control de una prótesis mano robótica. *Ruthber Rodríguez Serrezuela, Miguel Ángel Tovar Cardozo, Jeidy Johanna Gómez Montiel, Roberto Sagaro Zamora, Enrique Marañón Reyes.*
- 113-120** | El acceso a la información: una propuesta en Panamá de gobierno abierto enfocados a contenidos académicos. *Gema Castillo-Sánchez, Danny Murillo, Aranzazu Berbey, Humberto Álvarez.*
- 121-128** | Sistema de Automatización de Acondicionadores de Aire y Luminarias para Edificios utilizando sensores de Bajo Costo. *Jorge M. Morales G., Iveth Moreno, Alexander Bernal, José Rolando Serracín.*
- 129-132** | Diseño y elaboración de un video interactivo para el aprendizaje de las ondas mecánicas. *Angel Rojas, Yisel del C. Saez, Juan Felipe Jiménez, J.P Guerra.*
- 133-137** | Implementando las metodologías STEAM y ABP en la enseñanza de la física mediante Arduino. *Diego Higuera Sierra, Juan Guzmán Rojas, Ángel Rojas García.*
- 138-141** | Metodología ABP para el Estudio de la Física. *Michael Steven Peña Acosta, Ángel Antonio Rojas, Cristian David García Montoya, Andrés Ricardo Díaz Carvajal, Arturo Currea Meneses.*
- 142-145** | Implementado realidad aumentada para la enseñanza de la ley de Gauss en forma cualitativa. *A.A Rojas, N. Clavijo, Andrés M. Romero.*
- 146-152** | Análisis de requerimientos para una app de alerta de emergencias médicas en la UTP Centro Regional de Chiriquí. *Silvana Errigo, Jaime Palacios.*
- 153-159** | Interoperabilidad: el reto de las aplicaciones móviles en la salud en Panamá. *Mel Nielsen, Vladimir Villarreal, Lilia Muñoz.*

- 160-167** | Modelo de evaluación de la madurez de las Tecnologías de Información y Comunicación, con base en el modelo de 8 pilares para la gestión, Costa Rica. *Cynthia López Valerio.*
- 168-173** | Sistema de aprendizaje de Lengua de Señas Panameña (LSP) a través de un brazo robótico articulado con reconocimiento de gestos. *Alexandra Flores, Emilio González, Norman Valenzuela, José Zhang Pan, Vladimir Villarreal, Lilia Muñoz.*
- 174-180** | APP como estrategia de prevención de enfermedades osteomusculares en estudiantes universitarios. *Geyni Arias Vargas, Irlesa Indira Sánchez Medina, María José Sánchez Salazar, Vicky Yulithza Palencia Narváez, Santiago Yunda Rivera.*
- 181-186** | Objetos de aprendizaje un recurso para reducir la desercion en educacion superior caso de estudio IUCMC-UPEC. *Dayner Felipe Ordóñez López, Alberto Bravo Buchely, Libardo Peña, Luis Adolfo Patiño.*
- 187-194** | Diagnostico tecnológico para crear un software que permita entender las demandas psicosociales de pacientes con secuelas de lesión medular y sus cuidadores en la ciudad de Popayán. *Jhonn Jairo Muñoz Hurtado, Julián Andrés Mera Paz, Lizeth Dayhana Díaz Rojas, Caterine Andrea Acosta Bonilla, Juan Manuel Palacios Gaviria, Daniel Enrique Céspedes Díaz.*
- 195-202** | Implementación de las NIF para las industrias del grupo tres ubicadas en Neiva (Colombia): avance. *Pedro Luis Huergo Tobar, Alba Lucia Galvis Gómez.*

Mejorando la enseñanza de la matemática a través de la robótica Improving the teaching of mathematics through robotics

Joseph González¹, Itza Morales¹, Lilia Muñoz^{1*}, Mel Nielsen¹, Vladimir Villarreal¹

¹ Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: lilia.munoz@utp.ac.pa

RESUMEN– En nuestro día a día, la tecnología y la robótica están cada vez más presentes. Actualmente, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) están sufriendo un desarrollo vertiginoso, esto está afectando prácticamente a todos los campos de nuestra sociedad y la educación no es una excepción. Por su parte, la incorporación de la robótica en el aula de clases busca promover experiencias de aprendizaje donde los estudiantes adquieran y desarrollen habilidades para resolver problemas concretos, que les permitan adquirir nuevos conocimientos y dar respuestas al entorno cambiante del mundo actual. En este artículo se presentan los avances del desarrollo de un proyecto donde se implementa la robótica para la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de preescolar y primer grado, para ellos se seleccionaron tres escuelas públicas y se desarrollaron una serie de actividades lúdicas, utilizando herramientas robóticas de bajo costo.

Palabras clave– Robótica educativa; matemática; educación primaria; enseñanza.

ABSTRACT– In our day to day, technology and robotics are increasingly present. Currently, Information and Communication Technologies (ICT) are undergoing a vertiginous development, this is affecting practically all fields of our society and education is no exception. For its part, the incorporation of robotics in the classroom aims to promote learning experiences where students acquire and develop skills to solve specific problems, which allow them to acquire new knowledge and give answers to the changing environment of today's world. This article presents the progress of the development of a project where robotics is implemented for the teaching of mathematics in preschool and first grade students, for them three public schools were selected and a series of recreational activities were developed, using robotic tools low cost.

Keywords– Educational robotics; mathematics; primary education; teaching-learning

1. Introducción

Las características de la sociedad actual y las que se vislumbran para los próximos años impactan sustancialmente la estructuración de los procesos educativos en todos los niveles y con ello surgen nuevas formas de concebir el trabajo que día a día realizan los docentes. La complejidad de nuevos retos conduce a transformar el papel de alumnos y profesores, así como de los materiales de apoyo a su labor, como es el caso de los currículos escolares y los libros de texto empleados. En este contexto, las matemáticas no escapan de esta realidad.

Por su parte, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y la robótica ha hecho grandes aportes en la dinamización de los métodos de enseñanza aplicados a los estudiantes, sin embargo, algunos expertos opinan que el ritmo al que se transforman estas actividades educativas podría mejorar, como puede

evidenciarse en lo que Carlos Magro [1] expresa: «El cambio de la educación a través de la tecnología es aún una asignatura pendiente». La tecnología digital se ha vuelto un agregado a la educación y no una prioridad dado que en muchos centros educativos no se implementa la tecnología por factores geográficos, económicos o políticos que interfieren en su adquisición y accesibilidad.

El proceso de implementación de las TIC en la educación no solo involucra su utilización, sino que el alumno se eduque sobre su funcionamiento, posibilidades de modificación y creación de una nueva herramienta a partir de principios y conceptos básicos. Para hacer esto posible es necesario generar proyectos de innovación tecnológica que beneficien a los estudiantes. Una de las herramientas utilizadas en la educación es la robótica educativa, pero ¿qué es la robótica? Esta no es más que la encargada de estudiar el diseño y construcción de máquinas o equipos capaces de desempeñar tareas

específicas [2]. Es en este escenario que se desarrolla este proyecto, el cual tiene como objetivo general diseñar, desarrollar e implementar recursos innovadores para la mejora del proceso enseñanza de las matemáticas; dirigido tanto a estudiantes como a docentes de escuelas primarias, utilizando robots educativos programables, como elemento robótico de bajo costo.

Se tomará como punto de referencia estudiantes de primer grado y preescolar, integrando actividades educativas que permitirán por un lado el logro de objetivos curriculares en el área de matemáticas, así como el desarrollo de las habilidades y competencias digitales descritas anteriormente, incluyendo en el proceso herramientas de tecnología orientadas a la programación de robots educativos. Para ello, se han seleccionado tres escuelas públicas de la provincia de Chiriquí, República de Panamá. Una de las escuelas es escuela multigrado de área rural, las otras dos pertenecen al área urbana.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección II se presenta un panorama de la robótica en la enseñanza. La sección III muestra los métodos y materiales utilizados. Mientras que la sección IV se presentan algunos resultados. Finalmente, la sección V describe algunas conclusiones y trabajo futuro.

2. Robótica en la enseñanza

La robótica en la educación se ha venido implementando en diferentes países de Europa y América como mencionan [3,4,5,6,7], entre otros, haciendo cada vez más popular el uso de la robótica educativa dentro y fuera de los planes curriculares de diferentes centros educativos alrededor del mundo.

A través de los robots educativos, se permite a los estudiantes introducirse a este nuevo mundo tecnológico y, además, son una de las mejores herramientas didácticas para la enseñanza de las disciplinas académicas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). En este sentido, diferentes investigadores han puesto de manifiesto que la interacción de los estudiantes con robots educativos programables, como es el caso del *Bee Bot* en contextos educativos apropiados, han promovido la adquisición de conceptos matemáticos y geométricos de manera significativa [8,9,10], así como la obtención de diversos logros adquiridos por los estudiantes mediante la experimentación con el *Bee Bot* y la aplicación de

diferentes estrategias para descubrir sus funciones y características [8,9,10,11].

El aprendizaje de las matemáticas supone, junto a la lectura y la escritura, uno de los aprendizajes fundamentales de la educación elemental, dado el carácter instrumental de estos contenidos. De ahí que entender las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas se haya convertido en una preocupación manifiesta de buena parte de los profesionales dedicados al mundo de la educación, especialmente si consideramos el alto porcentaje de fracaso que presentan en estos contenidos los estudiantes que terminan la escolaridad obligatoria. En este escenario, el aprendizaje de esta materia conlleva procesos complejos que requieren de una gran diversidad de metodologías para lograr la máxima eficacia posible. El uso de las TIC y la robótica educativa se adapta especialmente bien a esta materia: la utilización de imágenes, gráficas, hojas de cálculo, etc. en calculadoras y computadoras permite avanzar con suma rapidez y, lo más importante, comprender y retener la información necesaria. Asimismo, estas herramientas abren la posibilidad de crear nuevos ambientes de aprendizaje y, por tanto, de desarrollar nuevas metodologías que permitan aprovechar al máximo los recursos de los que se dispone.

El contexto de trabajo que abordará el desarrollo de este proyecto es la matemática en etapas iniciales. Utilizando para ello, la gamificación a través de robots educativos, con el objetivo de fortalecer las habilidades lógico-matemáticas en etapas tempranas.

3. Métodos y materiales

El proyecto desarrollará un conjunto de recursos innovadores para los docentes y estudiantes de primer grado y preescolar de escuelas primarias públicas, que permitan mejorar el proceso enseñanza de las matemáticas; utilizando robots educativos programables como elemento robótico de bajo costo. A continuación, se describen los métodos y materiales que se utilizarán.

3.1 Métodos

El proyecto contempla dos etapas, la primera con una base teórica, la cual contempla realizar una revisión sistemática de la literatura del tema en estudio. Además, se desarrollará en esta etapa un conjunto de actividades lúdicas organizadas en guías didácticas para docentes y estudiantes. Éstas irán acompañadas de un conjunto de rúbricas, listas de verificación y cuestionarios que

permitirán recolectar los resultados. En la segunda etapa es de tipo experimental a través de jornadas de formación a los docentes y estudiantes que participen, basadas en el área de matemáticas; todo esto con el soporte de herramientas de programación y robótica educativa adecuadas al nivel educativo.

3.2 Materiales

Como herramienta para las actividades de robótica educativa programable se utilizará el Kit Bee-bot [11], el cual es un material educativo diseñado para desarrollar las capacidades elementales de la programación y el pensamiento computacional, como lo son: ubicación espacial y cognición, motricidad y percepción, lógica y estrategia. Estos robots realizan movimientos en ángulos de 90o, y deben programarse para seguir una secuencia coherente sobre cada tapete. Por lo que, con una programación adecuada, la abeja robot podrá encontrar las respuestas a una sumatoria por dar un ejemplo, cada vez que se detiene en un espacio, según sea el tapete que se utilice con el Kit. Además, se utilizarán computadoras para el desarrollo de las actividades en el aula de clases y dispositivos móviles como Tablet para realizar las pruebas.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron reuniones con autoridades y directivos del Ministerio de Educación (MEDUCA), con la finalidad de presentar el proyecto y a la vez obtener los permisos de entrada a las escuelas donde se ejecutará el mismo. Además, se obtuvieron los contenidos curriculares de matemáticas tanto para primer grado como para kínder.

4. Resultados

Actualmente el proyecto se encuentra en fase de desarrollo. Sin embargo, se han obtenido algunos resultados que se mencionan a continuación.

- Se cuenta con la aprobación de tres (3) escuelas de diferentes localidades, dos de ellas de áreas rurales y una de zona urbana. Una de las escuelas es multigrado.
- Se tendrá una población de 250 niños, de los cuales se han seleccionado como muestra 150 para el desarrollo del proyecto.
- Se trabajará con niños de preescolar y primer grado.
- Para la ejecución de las actividades se ha desarrollado un esquema que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Esquema de la actividad

Nombre de la Actividad: Aprendiendo Números del 1 al 12 con Bee-Bot	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y memorizar los números con ayuda de «Bee-Bot». • Relacionar la cantidad de objetos con el número para mejor comprensión. • Agilizar su capacidad lógica para que «Bee-Bot» realice el recorrido hasta el número indicado por el docente.
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"> • Tapete o plantilla de números -Dimensión: 80x80 cm • Bee-Bot
Edad recomendada	4 – 6 años
Duración	15 – 30 minutos
Competencias que trabajan	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del pensamiento lógico, de comunicación y colaboración. • Matemáticas • Aprender a aprender • Concepto básico de desplazamiento o trayectoria y proximidad del número a encontrar. • Relaciones espaciales (derecha, izquierda, avanzar, retroceder).
Desarrollo de la actividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agrupar cada 3 alumnos o individual para que desarrollen las habilidades de colaboración y comunicación. 2. Colocar el tapete o plantillas en el suelo y explicarles cómo deben realizar la actividad del recorrido con los números y su relación con la cantidad de objetos. 3. Entregarle el «Bee-Bot» a los estudiantes para que comiencen a realizar el recorrido, cada vez que este llega a su posición final, explicarle al alumno la relación entre objeto y número y de esta forma memoricen más fácilmente los números del 0 al 10. 4. Al finalizar el recorrido, los «Bee-Bot» deben regresar a su punto de origen/comienzo o al objeto sorpresa de la flor con la miel de acuerdo a la posición más cercana de donde se encuentre el «Bee-Bot».

Actividades complementarias	Hacer 2 equipos de 5 estudiantes donde seleccionen 3 colores iguales y realicen el recorrido más rápido, mencionando al finalizar el orden ascendente de los números con el color seleccionado.
------------------------------------	---

- Se han adquirido los equipos que se utilizarán en las escuelas, como se puede apreciar en la figura 1.



Figura 1. Kit Bee Bot para el desarrollo del proyecto

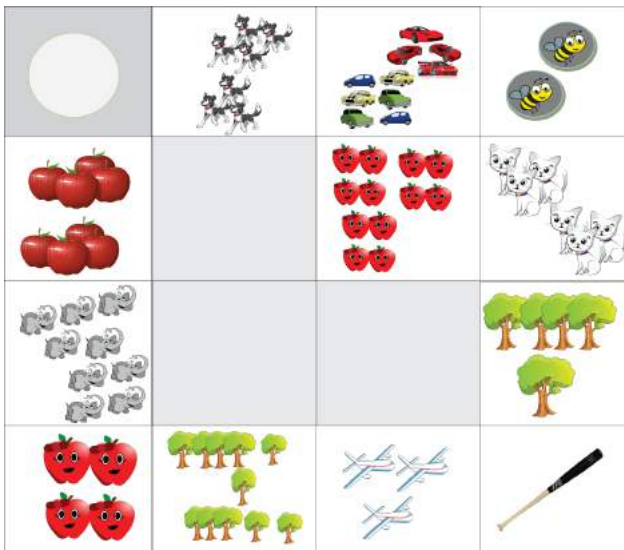


Figura 2. Tapete para aprender a contar para niños de preescolar

- Se han desarrollado algunos tapetes orientados al desarrollo de las primeras actividades. Se puede apreciar en la figura 2, uno con el cual se busca familiarizar a los niños de preescolar con los números

del uno a doce; para ello se han utilizado imágenes que pueden llamar la atención de los niños.

Un aspecto importante que se tomó en cuenta para el desarrollo exitoso del proyecto fue la capacitación de los docentes que participaron en el proyecto. En la figura 3 se puede apreciar parte de la capacitación a los docentes, donde se les está instruyendo en la creación de tapetes. También se les capacitó en el funcionamiento de Bee Bot como se puede visualizar en la figura 4.



Figura 3. Taller práctico de la elaboración de tapetes.



Figura 4. Taller práctico de la utilización de Bee Bot.

Dentro de las actividades del proyecto se dio la capacitación a los niños. En la figura 5 se muestra la aplicación de algunas de las actividades en un grupo por cada nivel (kínder y primer grado) para cada una de las 3 escuelas: Lassonde, La Pita y Leopoldina Field, desarrolladas durante la segunda etapa del proyecto en la que los estudiantes realizaron los retos que se les indicaba, trabajando en equipo y comprendiendo mejor la secuencia de programación con que debían darles las instrucciones al Bee-Bot.



Figura 5. Taller práctico de la utilización de Bee Bot a estudiantes.

Luego del desarrollo de un conjunto de actividades en cada una de las escuelas participantes del proyecto se procedió a hacer un análisis de los resultados.

En la figura 6 se pueden apreciar cuantos estudiantes participaron por escuela por nivel académico en el pre-test.

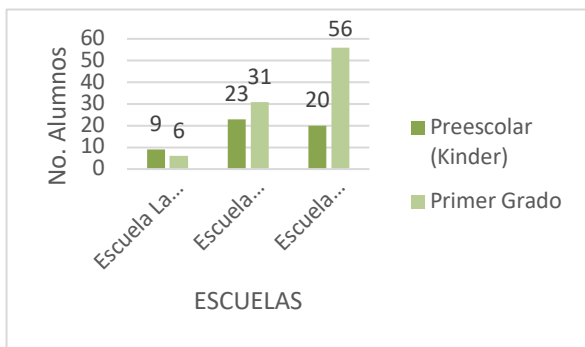


Figura 6. Cantidad de estudiantes que participaron en el pre-test

La tabla 2 se muestran los resultados en cuanto a la cantidad de estudiantes que obtuvieron menor puntuación en el pre-test. Un alumno de la escuela La Pita y cuatro alumnos de la escuela Leopoldina Field necesitaron ayuda considerable, enmarcada en rojo. Mientras que, en la escuela Lassonde se refleja la menor puntuación como ayuda ocasional enmarcado en verde. En las tres escuelas la mayoría de los estudiantes lograron desarrollar la actividad con un mínimo de ayuda y sin ayuda.

Tabla 2. Datos de cantidad de alumnos de kínder por escala de evaluación.

	Escuela La Pita (Alanje)	Escuela Lassonde (David)	Escuela Leopoldina Field (Dolega)
Preescolar (Kinder) - Logra sin ayuda (5)	3	7	4
Preescolar (Kinder) - Logra con un mínimo de ayuda (4)	4	9	8
Preescolar (Kinder) - Logra con ayuda ocasional (3)	1	7	4
Preescolar (Kinder) - Logra con ayuda considerable (2)	1		4

Una de las variables evaluadas en el pre-test fue *Recursos de robótica y secuencia de programación*. En este sentido, y con base a la tabla 1, se analizaron los resultados de las tres escuelas de manera conjunta, en donde los estudiantes lograron emplear a «Bee-Bot» y resolver los retos con una secuencia de programación de un mínimo de ayuda en un 38%, el 28% logra resolverlos sin ayuda, un 24% logra resolverlos con ayuda ocasional; mientras que el 10%, es decir, cinco estudiantes resuelven con ayuda considerable como se muestra en el recuadro rojo. Esto lo podemos observar en la figura 7.

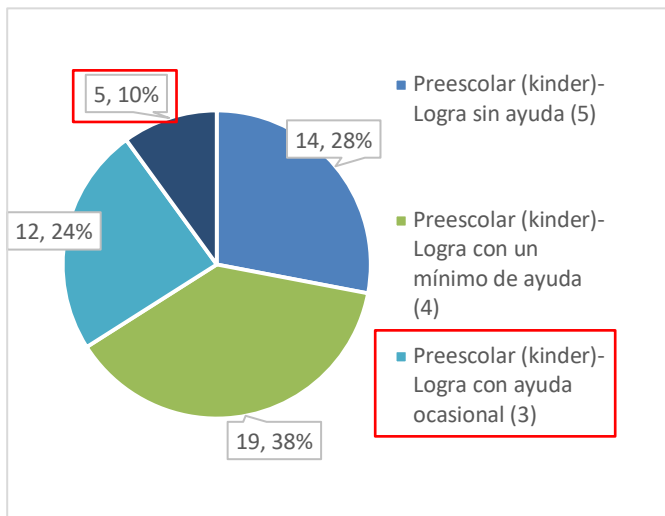


Figura 7. Valoración para los ítems de uso de recurso de robótica y secuencia de programación

Una de las variables evaluadas fue el trabajo en equipo. La figura 8 muestra los resultados del total de estudiantes de las tres escuelas. Se puede apreciar que el

40% de los estudiantes logra trabajar en equipo con indicaciones mínimas, el 29% lo realiza sin indicarle nada, el 21% lo logra con ayuda ocasional, mientras que el 10% de los estudiantes de La Pita y Leopoldina Field lo realizan con ayuda considerable. Es evidente que el trabajo en equipo es un componente importante para el logro de los objetivos, a su vez permite desarrollar en los estudiantes habilidades de compañerismo.

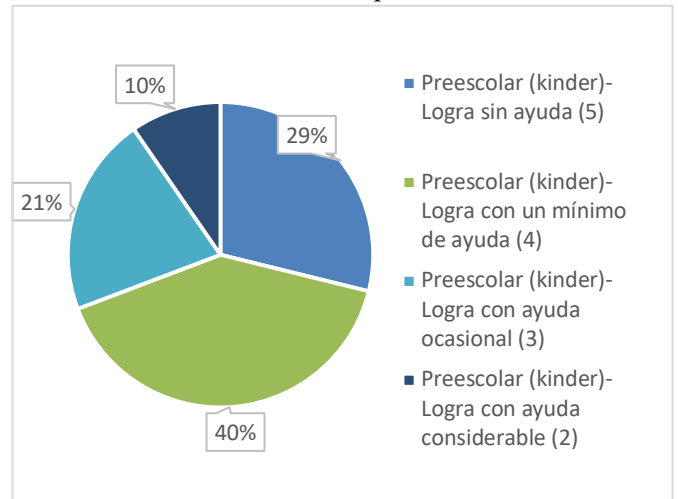


Figura 8. Valoración para los ítems trabajo en equipo

Por limitaciones de espacio no se pueden poner todas las variables analizadas en el pre-test para pre-kínder.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la evaluación de los estudiantes de primer grado en el pre-test.

En la figura 9 se muestra que los alumnos en las escuelas Leopoldina Field, La Pita y Lassonde construyen soluciones sin ayuda y con un mínimo de ayuda. Mientras que se mantienen los 13 alumnos de las

escuelas Leopoldina Field enmarcado en rojo y 2 alumnos de la escuela Lassonde se les dificulta construir soluciones prácticas con ayuda ocasional enmarcado en verde.

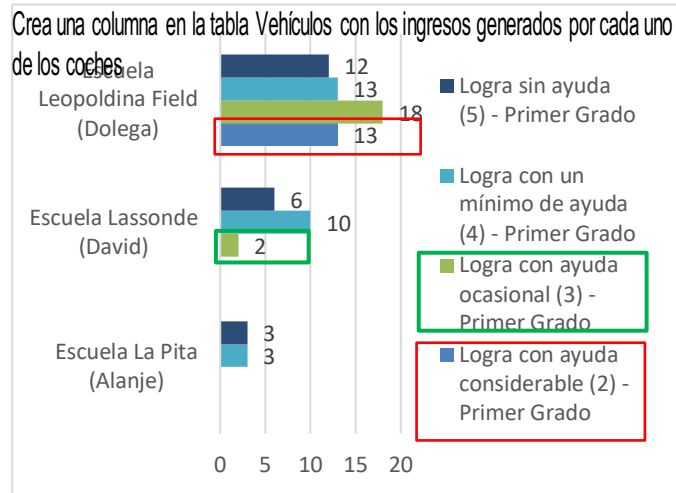


Figura 9. Valoración para el ítem construyen soluciones

Otras de las variables evaluadas en este nivel fue la Recursos de robótica, secuencia de programación y aprendizaje por indagación. Los alumnos en las tres escuelas hicieron uso de «Bee-Bot» ejecutando las secuencias de programación, aprendiendo por si mismos a realizarlas sin ayuda y con un mínimo de ayuda, realizando los retos adecuadamente. Sin embargo, existen niños que se les dificulta el uso del robot con ayuda considerable reflejado en la escuela Leopoldina Field son 13 alumnos los que se encuentran bajo esta condición, señalado en un recuadro rojo (ver figura 10).

Haciendo un análisis global luego de haber aplicado el pre-test en las Escuelas Lassonde y La Pita los alumnos no presentaron deficiencia significativa en su aprendizaje en la implementación del proyecto. Sin embargo, 13 estudiantes de la Escuela Leopoldina Field obtuvieron una valoración deficiente, esto significa que el alumno se estaba familiarizando en el uso de «Bee-Bot» por lo que le costaba realizar las instrucciones que se les indicaba. Además, las tres escuelas se mantuvieron en un rango de valoración como: bueno y excelente (ver figura 10).

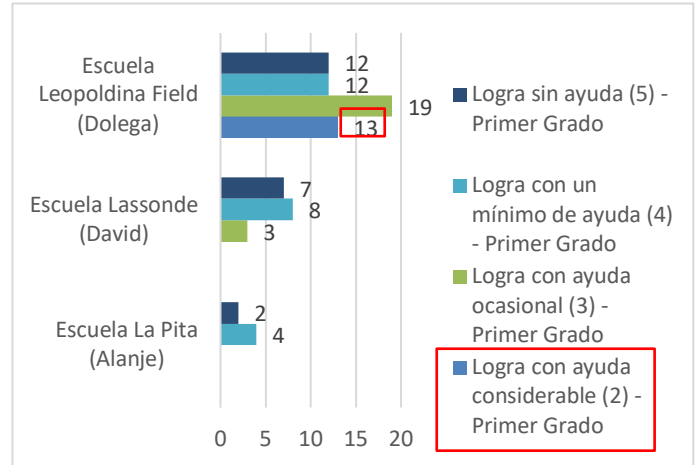


Figura 10. Valoración para el ítem recursos de robótica, secuencia de programación y aprendizaje por indagación

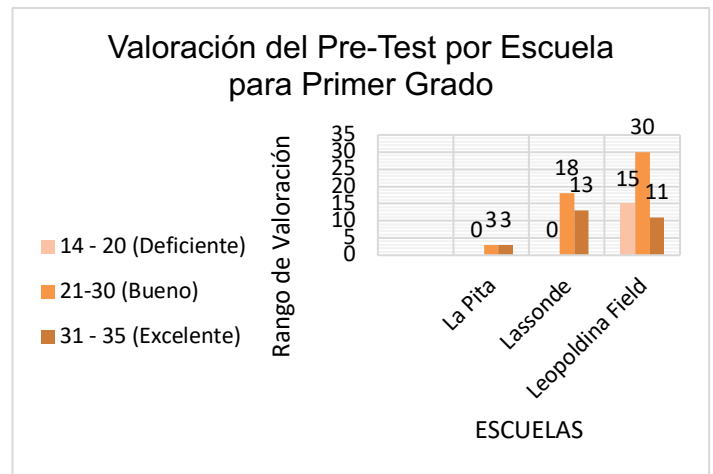


Figura 11. Valoración del pre-test a estudiantes de primer grado

5. Conclusiones y trabajo futuro

Luego de finalizado una de las etapas del proyecto se pueden generar algunas conclusiones.

Los procesos enseñanza-aprendizaje en el sector público suelen ser complejos, principalmente cuando se realizan actividades como reuniones, huelgas, paros, que obligan la suspensión de clases, o cuando ocurren incidentes como la falta del suministro de agua potable que obligan también a la suspensión de clases, esto suele ocurrir frecuentemente. En este sentido, muchas veces se debieron reprogramar las actividades y contenido, lo cual afectó a los estudiantes y al desarrollo del proyecto.

Escriba el teto aquí

El desconocimiento de los números en el caso puntual de primer grado, en algunos estudiantes no permitió avanzar como se tenía planificado. Sin embargo, se realizaron ajustes en las actividades para lograr los objetivos propuestos, cabe resaltar que este problema se presentó en las 3 escuelas donde se desarrolló el proyecto.

Mediante la aplicación las pruebas a los estudiantes de las tres escuelas donde se ha desarrollado e implementado el proyecto, se logró medir su avance de aprendizaje, si lograban o no cumplir con las indicaciones que se les daba. Se pudo terminar que hay algunos niños con deficiencia en el aprendizaje de las matemáticas.

Como trabajo futuro se pretende seguir implementados más actividades con miras a detectar dificultades de aprendizaje, rasgos de hiperactividad, discalculia, entre otras.

Agradecimiento

Este proyecto fue financiado por la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) contrato 191-2018. Agradecemos a las escuelas participantes del proyecto.

Referencias

- [1] G. Chen, J. Shen, L. Barth-Cohen, S. Jiang, X. Huang, y M. Eltoukhy. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- [2] J. Pertejo-López. Programación gráfica y robótica para fomentar la competencia matemática. Recuperado de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/5717>, 2017.
- [3] P. Torres, E. García, L. Santos (2014). Guía Didáctica para el Responsable del Programa Robótica Educativa. http://docente.dtsepyc.gob.mx/system/files/guia_didactica_robotica-2014-2015.pdf
- [4] S. Monsalves. Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32 (90), 81-117. 2011.
- [5] I. Moreno, L. Muñoz, J. Serracín, J. Quintero, K. Pittí y J. Quiel. La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 74-90, 2012.
- [6] P. López, H. Andrade. Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación* 37(1), 43-63, 2013.
- [7] F. Benavides, X. Otegui, D. Aguirre, F. Andrade. Robótica educativa en Uruguay: de la mano del Robot Butiá. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/handle/123456789/74041>. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and

- H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350, 2016.
- [8] A. Misirli & V. Komis. Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). Springer New York., 2014.
- [9] M. Di Lieto, E. Inguaggiato, E. Castro, F. Cecchi, G. Cioni, M. Dell’Omo & P. Dario. Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16-23, 2017.
- [10] Y. Caballero and A. García-Valcárcel. Development of computational thinking and collaborative learning in kindergarten using programmable educational robots: a teacher training experience. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2017)*, Juan Manuel Dodero, María Soledad Ibarra Sáiz, and Iván Ruiz Rube (Eds.). ACM, New York, NY, USA, Article 5, 6 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3144826.3145353>, 2017.
- [11] H. Taborda y D. Medina. Programación de computadores y desarrollo de habilidades de pensamiento en niños escolares: fase exploratoria, 1-20. 2012.

Arquitecturas de Referencia Edge Computing para la Industria 4.0: una revisión. Edge Computing Reference Architectures for Industry 4.0: a review.

Inés Sittón-Candanedo ^{1*}, Ricardo S. Alonso ¹, Lilia Muñoz ^{2*}, Sara Rodríguez-González ¹.

¹ Bisite Reasearch Group, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.

² Grupo GITCE, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

*Autor de correspondencia: isittonc@usal.es, lilia.munoz@utp.ac.pa

RESUMEN– Investigaciones recientes intentan demostrar que las arquitecturas de Edge Computing representan soluciones óptimas para minimizar la latencia, mejorar la privacidad y reducir el ancho de banda y los costos relacionados con los desarrollos para escenarios basados en el Internet de las Cosas (IoT), tales como: ciudades inteligentes, consumo eficiente de energía, agricultura inteligente o industria 4.0. Este trabajo es una revisión de las principales arquitecturas de referencia existentes de Edge Computing dirigidas a la Industria 4.0 propuestas por el Edge Computing Consortium, el Proyecto FAR-Edge Project, el Industrial Internet Consortium y finalmente por la asociación entre INTEL y SAP. Este trabajo incluye una comparación entre estas arquitecturas de referencia, así como sus características más importantes con el objetivo de proponer como trabajo futuro, el diseño de una Arquitectura de Referencia de Edge Computing aplicable a otros escenarios que no necesariamente estén relacionados con la industria 4.0.

Palabras clave– *Arquitecturas de Referencia, Computación en la Nube, Edge Computing, Industria 4.0, Internet de las Cosas.*

ABSTRACT– Recent research attempts to demonstrate that Edge Computing architectures represent optimal solutions for latency reduction, improve privacy, bandwidth and cost reduction related to application development for Internet of Things (IoT) scenarios, such as: smart cities, energy efficient consumption, smart farming or industry 4.0. This work is a review of the main existing Edge Computing reference architectures addressed to Industry 4.0 designed by the Edge Computing Consortium, the FAR-Edge Project, the Industrial Internet Consortium and finally by the partnership between INTEL and SAP. This work conducts a comparison between these reference architectures, as well as their most important characteristics with the aim of designing an Edge Computing Reference Architecture in the future, applicable to other scenarios that are not necessarily related to industry 4.0.

Keywords– *Cloud Computing, Edge Computing, Industry 4.0, Internet of Things, Reference Architecture.*

1. Introducción

En los últimos años, el Edge Computing ha generado el interés de empresas, universidades, industrias e investigadores, en este sentido, la primera plataforma móvil de EC, denominada RACS (*Radio Applications Cloud Server*), fue presentada por Nokia e IBM en 2013 [1]–[3]. En 2015, el Cisco Global Cloud estimó que para 2019 los datos producidos por máquinas y humanos alcanzarían los 500 zettabits y en 2020 cerca de 50 mil millones de dispositivos del Internet de las Cosas (IoT) estarían conectados a Internet. Edge Computing se presenta como una solución potencial a este problema al optimizar los procesos informáticos y no depender de la computación en la nube para procesar los datos recolectados por los dispositivos IoT [2], [3].

Se denomina computación de borde (“*Edge*”) porque el procesamiento de la información ya no se realiza únicamente en nodos centralizados o distribuidos (*core*), sino que se realiza también en el extremo *edges*, alejando

los procesos de computación centralizada de la nube. Toda la información producida por el IoT se procesa en el extremo, liberando así la carga computacional de los servidores centralizados, reduciendo el tráfico de la red y el tiempo de respuesta requerido por las aplicaciones [4].

Existen actualmente diversas líneas de investigación orientadas a establecer estándares para el desarrollo de conceptos, arquitecturas o procesos implementados en soluciones de Edge Computing. En este sentido, importantes organizaciones han presentado diferentes especificaciones que van desde protocolos de comunicación, seguridad, protección de datos hasta arquitecturas de referencia, un ejemplo, las que se han propuesto para la Industria 4.0 por INTEL-SAP [5], el Edge Computing Consortium [6] o el Industrial Internet Consortium en Estados Unidos [7].

La siguiente sección describe el paradigma del Edge Computing. La sección Arquitecturas de Referencia presenta cuatro arquitecturas dirigidas a la Industria 4.0

y basadas en la norma ISO/IEC/IEEE 2010:2011 [8]. Posteriormente se incluye una comparación de sus principales características, con el objetivo de proponer como trabajo futuro el diseño de una arquitectura de referencia. Por último, se presentan las conclusiones y líneas de trabajo futuro.

2. Internet de las Cosas y Edge Computing.

El Internet de las Cosas, puede verse como la interacción y comunicación llevada a cabo entre los dispositivos que generan e intercambian datos con las cosas u objetos del mundo real. Entre las principales características del IoT destacan:

- Heterogeneidad de dispositivos y redes [9].
- Un gran volumen de eventos y datos generados por objetos en el mundo real [10].
- Permiten la digitalización del mundo físico mediante la medición y transmisión de datos que pueden ser procesados y analizados por las máquinas, transformándolos en información utilizada para construir sistemas inteligentes en una amplia gama de escenarios como la salud, el transporte o la energía inteligente, entre muchos otros [11].

Con estas características, cada vez es más difícil cumplir con los requisitos para el desarrollo de aplicaciones donde todo se gestione mediante la nube. El gran volumen de datos que deben ser procesados mediante técnicas de análisis de datos o de aprendizaje automático (*machine learning*) es un desafío que requiere un ancho de banda de red elevado y costos asociados por parte de los proveedores de servicios cloud [12].

En este sentido, el paradigma de Edge Computing permite encontrar soluciones que cumplan con sus requisitos y permitan aprovechar al máximo el potencial y las capacidades del IoT; los grandes datos generados por los diferentes objetos IoT pueden ser filtrados y pre-procesados en el borde de la red en lugar de ser transmitidos a la nube para ser procesados allí. Esto permite servicios más rápidos y tiempos de respuesta reducidos en comparación con los escenarios basados únicamente en Cloud Computing [13][14].

Existen diversas definiciones de Edge Computing, pero todas suelen incluir tres términos en común: plataforma abierta, tecnologías habilitadoras, y recursos informáticos. En este artículo se mencionan las siguientes:

- Shi *et al.*(2016): Edge Computing se refiere a las tecnologías que permiten realizar cálculos en el

borde de la red para que la computación se realice más cerca de las fuentes de datos [15].

- Satyanarayanan (2017) considera que el Edge Computing es un nuevo paradigma en el que recursos sustanciales de computación y almacenamiento, también conocidos como *cloudlets*, microcentros de datos o incluso nodos *fog (de niebla)*, se sitúan en el borde de Internet, cerca de dispositivos de detección [16].
- El *Edge Computing Consortium* define EC como una plataforma abierta distribuida en el borde de la red, cerca de las cosas o fuentes de datos, e integrando las capacidades de redes, almacenamiento y aplicaciones [17].
- Para el *Industrial Internet Consortium* (IIC), el EC permite el procesamiento cerca de la fuente de datos, y no necesita ser enviado a una nube remota u otros sistemas remotos centralizados o distribuidos para ser procesados posteriormente [7].

Al ofrecer servicios de inteligencia de vanguardia, el Edge Computing, cumple con los requisitos clave de la digitalización de la industria para una conectividad ágil, servicios en tiempo real, optimización de datos, inteligencia de aplicaciones, seguridad y protección de la privacidad [17]. Por otro lado, al eliminar la distancia y el tiempo necesario para transmitir datos desde las fuentes a la Nube, la velocidad y el rendimiento del transporte de datos mejora [18].

Por lo tanto, las arquitecturas basada en Edge Computing son capaces de desplazar una parte de la capacidad de cálculo que se realiza en la nube, a los nodos situados en el extremo de la red [19]. Al desplazar la capacidad procesamiento a los nodos, las arquitecturas Edge, ofrecen las siguientes ventajas [2]:

- Los flujos de datos procedentes de diferentes fuentes de datos son procesados por los nodos para filtrar información sin valor. Esto permite ahorrar ancho de banda y recursos de almacenamiento.
- Proximidad y baja latencia gracias a procesos de información cercanos a su fuente de origen.
- El almacenamiento y procesamiento descentralizado de los artículos mejora la escalabilidad.
- Los nodos de las arquitecturas Edge proporcionan a cada nodo de la red aislamiento y privacidad.

3. Arquitecturas de Referencia Edge Computing.

Una arquitectura de referencia (AR) es un documento o conjunto de documentos que proponen estructuras, productos y servicios recomendados para formar una solución. Una arquitectura de referencia incorpora las mejores prácticas aceptadas por la industria y proporcionan directrices para el método de entrega o tecnologías óptimas específicas y da respuesta a las preguntas más frecuentes que puedan surgir [20]. En consecuencia, al proporcionar un conjunto probado de mejores prácticas y soluciones, ya que una vez diseñadas, la mayoría de las AR se validan exhaustivamente antes de ser documentadas. Posteriormente se implementan en situaciones diferentes y sobre la base de esas experiencias reales, los expertos realizan ajustes en etapas posteriores. Como resultado de estas iteraciones de desarrollo, las empresas se benefician.

Las arquitecturas de referencia no se empaquetan de forma compleja y en muchos casos adoptan un enfoque descriptivo. Esto significa que son flexibles, permitiendo a los clientes crear una solución que incluye componentes de sus proveedores de TI. Algunas de las AR diseñadas con Edge Computing están basadas en la norma ISO/IEEE 42010:2011 [21]. Esta norma describe los requisitos para el desarrollo de sistemas y arquitecturas de software a través de una convención, una terminología común y las mejores prácticas de diseño y descripción de la Arquitectura Empresarial y se basa en un modelo conceptual o meta-modelo de descripción de la arquitectura (AD) [22].

En esta sección se presentan tres arquitecturas de referencia del Edge Computing diseñadas para la Industria 4.0.

3.1. Arquitectura de Referencia FAR-EDGE

Esta arquitectura de referencia fue diseñada en el marco del Proyecto FAR-EDGE (*Factory Automation Edge Computing Operating System Reference Implementation*) con financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea [23]. La arquitectura es un marco conceptual para el diseño e implementación de la plataforma del proyecto y está basada en Edge Computing (EC) y *Distributed Ledger Technologies (DLT)*, estrechamente relacionado con la tecnología de cadena de bloques (*Blockchain*) [24]. Los dos conceptos principales de

FAR-Edge son ámbitos (*scopes*) y niveles (*tiers*). Los *scopes* se refieren a los elementos de una planta, su ecosistema (maquinaria, dispositivos de campo, estaciones de trabajo), sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos, MES (Sistema de Ejecución de Fabricación) y ERP (Sistema de Planeación de Recursos Empresariales). Y los *tiers* proporcionan información sobre los componentes de la arquitectura y su relación entre ellos.

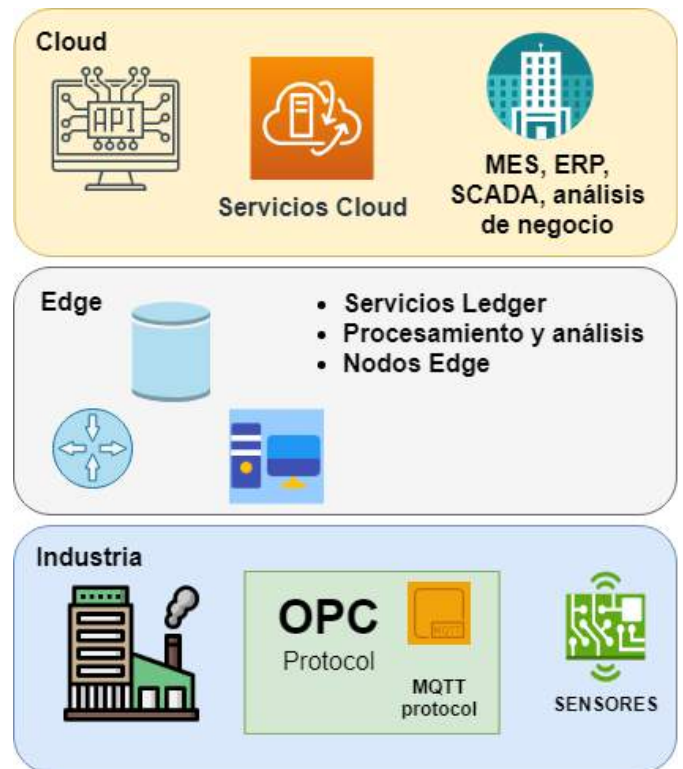


Figura 1. Arquitectura de Referencia FAR-EDGE.

La Figura 1 basada en el trabajo de [19] muestra las tres principales capas de la arquitectura :

- Campo o Industria: es la primera capa de la arquitectura y está formada por diferentes tipos de dispositivos que van desde un teléfono inteligente, un PDA (asistente digital personal), hasta un sensor o un actuador.
- Edge: se ubican los dispositivos Edge que funcionan como puertas de enlace entre el nivel de Campo y el entorno digital. Su principal función es realizar un análisis de los datos en tiempo real. En esta capa se incluyen los servicios *ledgers* mediante contratos inteligentes basados en la tecnología blockchain, con

el objetivo de proporcionar soporte de seguridad a la arquitectura.

- Cloud: consiste en servidores *cloud* (en la nube) que alojan el software responsable de la planificación, monitorización y gestión de los recursos. Esta capa se ocupa de la ejecución lógica de los componentes funcionales de la arquitectura.

Esta arquitectura de referencia se distingue por la implementación del Edge Computing, garantizando la seguridad de la información mediante contratos inteligentes. Sus creadores sugieren su aplicación en entornos Industria 4.0 vinculados con automatización, análisis y simulación digital.

3.2. Edge Computing 2.0:

El Edge Computing Consortium (ECC) fue creado en 2016 por varias organizaciones como Huawei, Shenyang Institute of Automation (SIA) de la Academia China de Ciencias, Intel, ARM, iSoftStone y la Academia China de Tecnología de Información y Comunicaciones (CAICT). Además, la Academia China de Investigación en Telecomunicaciones (CATR) junto con el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información (MIIT) formaron en 2016 la Alianza de Internet Industrial (IIA) con el objetivo de desarrollar la Internet industrial en China [6]. Posteriormente, la Arquitectura de Referencia de Edge Computing (EC-RA) 2.0 fue propuesta por el trabajo conjunto entre la ECC y la AII, basándose en estándares internacionales como ISO/IEC/IEEE 42010:2011.

Verticalmente la arquitectura se basa en la gestión, el ciclo de vida de los datos y la seguridad, mediante servicios inteligentes a lo largo de todo el ciclo de vida. Horizontalmente, sigue un modelo de capas con interfaces abierta, como se observa en la Figura 2 y que se describe en el siguiente orden:

- Servicios Inteligentes: esta capa está basada en un marco de servicios basado en modelos. La coordinación inteligente entre el desarrollo y el despliegue de servicios se logra a través del marco de servicios de desarrollo y el marco de servicios de despliegue y operación. Estos marcos permiten interfaces coherentes de desarrollo de software e implementación y operaciones automáticas.
- Servicios de fábrica: define las tareas, los procesos tecnológicos, los planes de ruta y los parámetros de control de las fases de procesamiento y ensamblaje, implementando el rápido despliegue de políticas de

servicio y el rápido procesamiento de múltiples tipos de productos.

- Cómputo y conectividad: La infraestructura de Operación, Tecnología de la Información y las Comunicaciones (OICT) se encarga de desplegar las operaciones y coordinar entre los servicios de recursos computacionales y las necesidades de la organización.

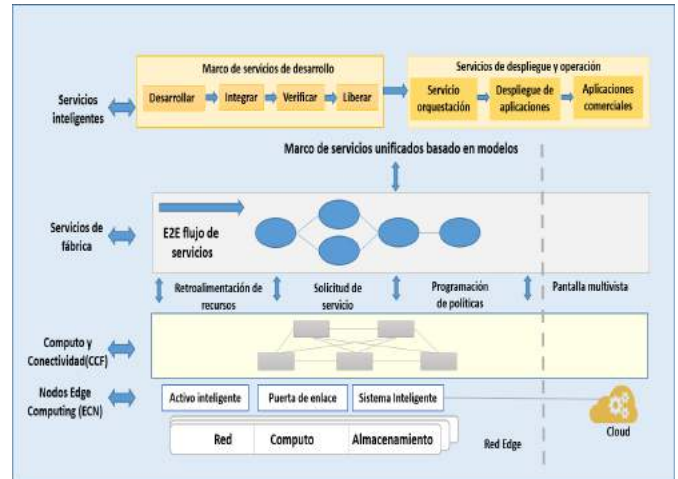


Figura 2. Arquitectura de Referencia ECC 2.0.

3.3. Industrial Internet Consortium:

Como el Edge Computing Consortium, el Industrial Internet Consortium también ha desarrollado su arquitectura de referencia utilizando el estándar ISO/IEC/IEEE 42010:2011. Esta norma es la principal guía para identificar convenciones, principios y mejores prácticas para arquitecturas y marcos coherentes basados en la Internet de los objetos. La norma ISO/IEC/IEEE 42010:2011 facilita la evaluación, comunicación, documentación y resolución sistemática o efectiva en una arquitectura de referencia [7]. La Figura 3 presenta la Arquitectura de Referencia del Industrial Internet Consorcio (IIC-RA) y sus tres capas principales:

- Edge: esta capa recoge datos de los nodos Edge a través de una red de proximidad. Las principales características arquitectónicas de esta capa incluyen la amplitud de la distribución, la ubicación, el alcance de la gobernanza y la naturaleza de la red de proximidad. Cada una de estas características cambiará según cada caso de uso.

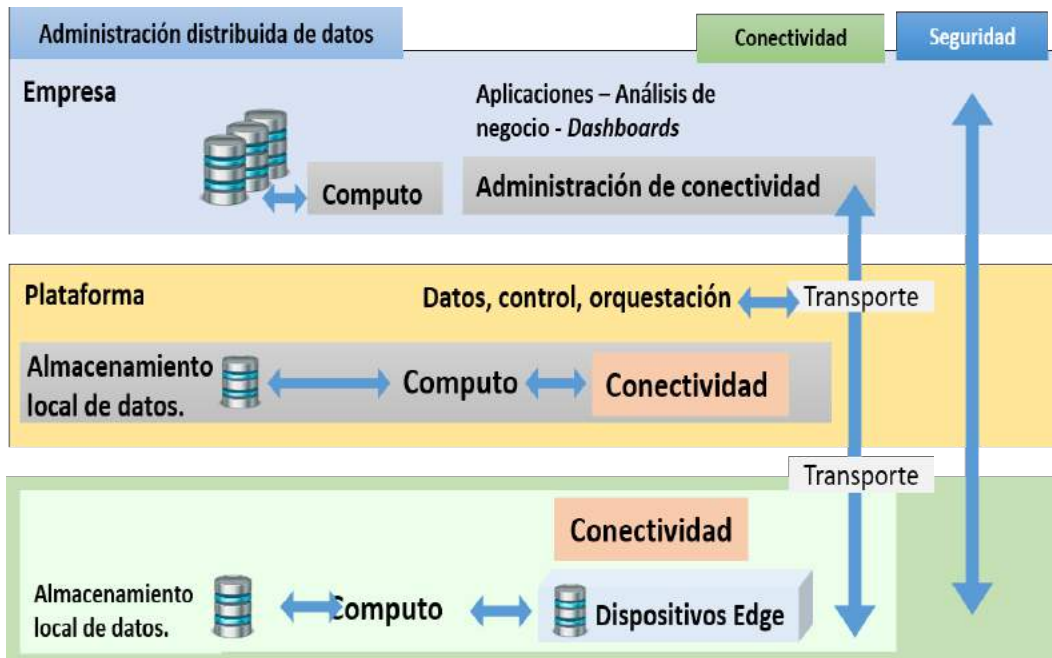


Figura 3. Arquitectura de Referencia Industrial Internet Consortium

- **Plataforma:** esta capa es responsable de procesar y enviar comandos de control desde la tercera capa Empresa a la capa Edge. Su función principal es agrupar los procesos y analizar los flujos de datos de la capa Edge y las capas superiores. Gestiona los dispositivos activos en la capa Edge para la consulta y análisis de datos a través de servicios de dominio.
- **Empresa:** Finalmente, esta capa alberga aplicaciones específicas como sistemas de soporte a la toma de decisiones, interfaces de usuario final o gestión de operaciones, entre otras. Esta capa genera comandos de control para ser enviados a las capas Plataforma y Borde y también recibe flujos de datos de ellas.

3.4. INTEL-SAP:

INTEL y SAP han desarrollado una arquitectura de referencia basada en Edge Computing. El principal objetivo de esta arquitectura es permitir el desarrollo rápido y escalable de proyectos de IoT. La Figura 4 muestra los bloques funcionales utilizados por esta RA. A continuación se muestra un resumen de estos bloques (arquitectura de referencia conjunta Intel-SAP) [5]:

- **Edge Endpoint:** Los módulos IoT-Edge de la arquitectura reciben mensajes enviados por dispositivos autorizados y envían mensajes desde la pasarela al servidor en la Nube. La INTEL-SAP RA

utiliza servicios de análisis de persistencia y *streaming* para el almacenamiento local de datos generados por sensores o dispositivos de IoT. Realiza el análisis de los flujos de datos del IoT en busca de excepciones y patrones que permitan la creación de eventos o alertas según el tipo de caso de uso.

- **Edge Gateway:** En esta arquitectura su *gateway* se autentica a través del certificado de dispositivo y establece una ruta de datos al proveedor de Cloud Computing. Aquí se completa la incorporación del dispositivo para establecer los flujos de control y ruta de datos. El dispositivo se enciende y se comunica con un agente en la nube de INTEL. Este agente proporciona la dirección IP y redirige el dispositivo al SAP Cloud Trust Center. Las aplicaciones en el *gateway* son alimentadas con los datos provenientes de los sensores conectados y éstos son enviados a través de protocolos soportados por la arquitectura.
- **Cloud:** En este bloque, el SAP Cloud Trust Center es responsable de verificar la firma de Intel EPID y la propiedad del dispositivo y luego registrarlos. Genera un certificado de autenticidad y mantiene actualizada la lista de dispositivos autorizados. Se establece la ruta de conectividad entre el dispositivo y la Nube. Los certificados generados se envían para la configuración de las publicaciones - suscripciones en el *gateway*. Una vez que los datos han sido enviados a los servicios

Cloud, se distribuyen a diferentes aplicaciones para su procesamiento y pueden ser enviados a aplicaciones back-end para su uso en otros procesos organizativos.

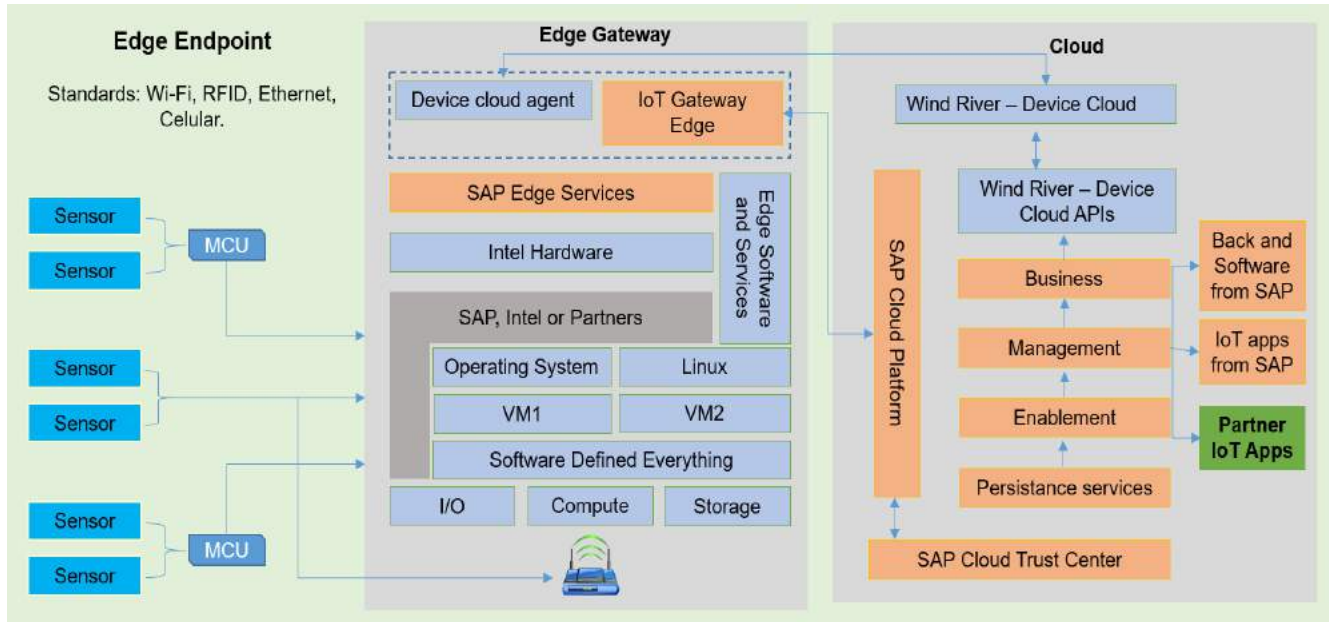


Figura 4. Arquitectura de Referencia INTEL-SAP

Las cuatro arquitecturas de referencia descritas en esta sección se basan en un modelo de tres capas para Edge Computing, que no sustituye a los servicios *cloud*, sino que los integra en el nivel final de la arquitectura. En los casos en que el volumen de datos es alto, los nodos Edge de estas RA son los primeros en procesar, controlar y reducir el volumen de datos transferidos a los servicios que se ejecutan en la Nube. De este modo, los nodos Edge reducen los requisitos de almacenamiento, reducen la latencia y proporcionan respuesta en tiempo real.

Conclusiones

El crecimiento actual de las industrias es el resultado de la irrupción de nuevas tecnologías como sensores, dispositivos y objetos inteligentes, tabletas, teléfonos, computadoras y otros. Esto a su vez ha contribuido a un aumento en la cantidad y variedad de datos, llevando a las empresas a adoptar soluciones tecnológicas cuyas arquitecturas son más robustas, facilitando el acceso a los datos y visualizando los datos de múltiples sistemas conectados (inalámbricos o cableados). El objetivo de las industrias es reducir costos, agilizar los tiempos de acceso

y distribución, mejorar o implementar nuevos servicios y tecnologías que cumplan con los estándares de calidad, fiabilidad, supervisión y seguridad exigidos por un mercado cada vez más dinámico y competitivo.

En este trabajo se han revisado las arquitecturas de referencia más destacadas, propuestas por influyentes fabricantes de tecnología. Todas las RA presentadas se centran en el uso de Edge Computing como método para reforzar las capacidades de sus implementaciones de tecnología basada en la nube. Este campo de investigación ha sido impulsado de manera significativa por el desarrollo y la popularización de tendencias como el IoT y la comunicación máquina a máquina (*Machine to Machine Communication o MTC*) que promueven la generación de datos, una mayor independencia geográfica en el almacenamiento, la inmediatez en el acceso y nuevas formas de distribución y presentación.

Los autores han identificado un vacío en el desarrollo de las arquitecturas de referencia de Edge Computing aplicadas a otros escenarios diferentes a la Industria 4.0. Esto motiva como trabajo futuro el diseño de una nueva Arquitectura de Referencia de Edge Computing teniendo en cuenta las principales fortalezas de las cuatro

arquitecturas de referencia analizadas. Esta nueva arquitectura de referencia tendrá como objetivos principales lograr un análisis en tiempo real de los datos a nivel de dispositivos locales y nodos de borde y no en la nube; reducir los costos operativos y de gestión mediante la reducción del tráfico y la transferencia de datos entre el Edge y la nube; mejorar el rendimiento de la aplicación, ya que las aplicaciones que toleran la latencia pueden alcanzar niveles más bajos de latencia en los límites de la red, en comparación con la nube; y mejorar la seguridad a través de las tecnologías de cadena de bloques que se incorporan a la arquitectura desde las capas inferiores de IOT a las capas superiores de la nube.

Agradecimiento

Inés Sittón-Candanedo, dispone de una beca del programa SENACYT – IFHARU, del Gobierno de la República de Panamá. Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto: “Virtual-Ledgers-Tecnologías DLT/Blockchain y Cripto-IOT sobre organizaciones virtuales de agentes ligeros y su aplicación en la eficiencia en el transporte de última milla”, ID SA267P18, proyecto cofinanciado por la Junta de Castilla y León, Consejería de Educación, and FEDER funds., Salamanca, España.

Referencias

- [1] Nokia Solutions and Networks, “Increasing Mobile Operators’ Value Proposition With Edge Computing,” 2013.
- [2] W. Shi, J. Cao, Q. Zhang, Y. Li, and L. Xu, “Edge Computing: Vision and Challenges,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 3, no. 5, pp. 637–646, 2016.
- [3] D. Evans, “The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything,” *CISCO white paper*, 2011. [Online]. Available: http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf.
- [4] P. Garcia Lopez *et al.*, “Edge-centric Computing,” *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 45, no. 5, pp. 37–42, 2015.
- [5] INTEL-SAP, “IoT Joint Reference Architecture from Intel and SAP,” USA, 2018.
- [6] C. Edge Computing and A. of I. I. (AII), “Edge Computing Reference Architecture 2.0,” 2017.
- [7] M. Tseng, T. E. Canaran, and L. Canaran, “Introduction to Edge Computing in IIoT,” 2018.
- [8] ISO/IEC/IEEE 29148, “Systems and software engineering - engineering,” 2011.
- [9] R. S. Alonso, D. I. Tapia, J. Bajo, Ó. García, J. F. de Paz, and J. M. Corchado, “Implementing a hardware-embedded reactive agents platform based on a service-oriented architecture over heterogeneous wireless sensor networks,” *Ad Hoc Networks*, vol. 11, no. 1, pp. 151–166, 2013.
- [10] M. Razzaque, M. Milojevic-Jevric, A. Palade, and S. Clarke, “Middleware for Internet of Things: a Survey,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 3, no. 1, pp. 70–95, 2016.
- [11] Ó. García, R. S. Alonso, J. Prieto, and J. M. Corchado, “Energy {Efficiency} in {Public} {Buildings} through {Context}-{Aware} {Social} {Computing},” *Sensors*, vol. 17, no. 4, p. 826, 2017.
- [12] Q. Jing, A. V Vasilakos, J. Wan, J. Lu, and D. Qiu, “Security of the Internet of Things: perspectives and challenges,” *Wirel. Networks*, vol. 20, no. 8, pp. 2481–2501.
- [13] A. Brogi and S. Forti, “QoS-aware deployment of IoT applications through the fog,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 4, no. 5, pp. 1–8.
- [14] J. Lin, W. Yu, N. Zhang, X. Yang, H. Zhang, and W. Zhao, “A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 4, no. 5, pp. 1125–1142, 2017.
- [15] W. Shi and D. Schahram, “The promise of Edge Computing,” *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 49, no. 18, pp. 78–81, 2016.
- [16] M. Satyanarayanan, “The Emergence of Edge Computing,” *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 50, no. 1, pp. 30–39, 2017.
- [17] Edge Computing Consortium and Alliance of Industrial Internet, “Edge Computing Reference Architecture 2.0.”
- [18] C.-W. Tseng, F.-H. Tseng, Y.-T. Yang, C.-C. Liu, and L.-D. Chou, “Task Scheduling for Edge Computing with Agile VNFs On-Demand Service Model toward 5G and beyond,” *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2018, 2018.
- [19] M. Isaja, J. Soldatos, and V. Gezer, “Combining Edge Computing and Blockchains for Flexibility and Performance in Industrial Automation,” *Int. Conf. Mob. Ubiquitous Comput. Syst. Serv. Technol.*, no. c, pp. 159–164, 2017.

- [20] M. Moghaddam, M. N. Cadavid, C. R. Kenley, and A. V. Deshmukh, "Reference architectures for smart manufacturing: A critical review," *J. Manuf. Syst.*, vol. 49, pp. 215–225, Oct. 2018.
- [21] ISO/IEC/IEEE 42010, "Systems and software engineering - engineering," 2011.
- [22] U. Van Heesch, P. Avgeriou, and R. Hilliard, "A documentation framework for architecture decisions," *J. Syst. Softw.*, vol. 85, no. 4, pp. 795–820, 2012.
- [23] P. FAR-EDGE, "FAR-EDGE Project H2020," 2017. [Online]. Available: <http://far-edge.eu/#/>.
- [24] M. A. Khan and K. Salah, "IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 82, pp. 395–411, May 2018.

Caracterización de la gestión del servicio de Tecnologías de Información para una MiPyme del sector tecnológico: Una aproximación desde ITIL- Information Technology Infrastructure Library

Characterization of management services of Information Technologies for a MiPyme of the technological sector: An approach from ITIL- Information Technology Infrastructure Library

Carlos Eduardo Puentes Figueroa¹, Gina Paola Maestre-Góngora²

¹Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

¹Programa de Ingeniería de Software/ Programa Maestría en Gestión de TI, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

*Autor de correspondencia: carlos.puentesf@campusucc.edu.co; gina.maestre@campusucc.edu.co

RESUMEN– El objetivo de este proyecto es presentar los resultados de la caracterización de los diversos procesos relacionados con la gestión estratégica del servicio en una MiPyme del sector de las telecomunicaciones del departamento de Arauca. Se realiza una caracterización de la gestión de servicio de TI, tomando como referencia la propuesta de ITIL Information Technology Infrastructure Library, en su fase de estrategia del servicio, partiendo de un desglose general de los aspectos organizacionales mediante una matriz DOFA e igualmente el análisis detallado de los procesos y actividades relacionados con la gestión del portafolio de servicios, la percepción de los servicios ofrecidos y el soporte asociado, como también la gestión financiera y su articulación con las inversiones asociadas a la gestión del servicio. Así mismo, el proyecto detalla las diversas actividades desarrolladas para el análisis de medición de madurez al interior de la mypime, insumo para la definición de estrategias orientadas a la gestión eficiente del servicio. Al igual este proyecto puede considerarse una guía adaptable para cualquier empresa innovadora o startup que desee definir estrategias de medición de la calidad del servicio de TI con aspectos similares a los establecidos.

Palabras clave– *Gestión del Servicio, Gestión de Tecnologías de Información, Gestión de la Demanda, Gestión del Portafolio del Servicios, Planeación Estratégica, Métricas, ITIL*

ABSTRACT– The objective of this article is to present the results of the characterization of the different processes related to the strategic management of the service in a MiPyme of the telecommunications sector of the department of Arauca. A characterization of the IT service management is carried out, taking as reference the proposal of ITIL Information Technology Infrastructure Library, in its service strategy phase, based on a general breakdown of the organizational aspects through a DOFA matrix and also the detailed analysis of the processes and activities related to the management of the service portfolio, the perception of the services offered and the associated support, as well as the financial management and its articulation with the investments associated with the management of the service. It also details the various activities developed for the analysis of maturity measurement within the mypime, input for the definition of strategies aimed at efficient management of the service. In the same way this project can be considered an adaptable guide for any innovative company or startup that wishes to define strategies for measuring the quality of the IT service with aspects similar to those established.

Keywords– *Service Management, Information Technology Management, Demand Management, Service Portfolio Management, Strategic Planning, Metrics, ITIL*

1. Introducción

En mundo cada vez más globalizado donde las tecnologías de la información al igual que los diversos servicios y herramientas tecnológicas como el Big Data, Internet of Things (IoT), el cloud computing y otras más, han generando que las Mypimes establezcan la necesidad de mejorar sus procesos y estrategias enfocadas a la innovación y la forma como se desarrolla su gestión orientada al servicio al cliente articulado con las

tecnologías. Igualmente, como se define [1] las tecnologías son la clave para mantener la competitividad de los sectores productivos del país y minimizar la brecha tecnológica de los diversos sectores productivos. De la misma manera la referencia [2] establece la importancia de articular las diversas estrategias de ITIL a la planeación estratégica de las Mypimes.

Por lo tanto, una correcta caracterización e identificación de los procesos y las estrategias orientados

Escriba el texto aquí

a la gestión del servicio al cliente permitirá definir rutas de mejoramiento a través de estrategias que pueden orientar la innovación tecnológica en las MiPyme.

Este documento tiene como propósito el de definir e implementar diversas herramientas al interior de una MiPyme del sector de las tecnologías de la información en el departamento de Arauca, realizando la caracterización y el análisis de los diversos aspectos, tales como la identificación del nivel de madurez de los procesos, la gestión del portafolio de servicios ofrecidos, la percepción de la demanda de los clientes y la gestión financiera, teniendo en cuenta la estructura planteada por las buenas prácticas de ITIL versión 3® (*Information Technology Infrastructure Library, biblioteca de infraestructura de TI*), el cual se define [3] como un marco de referencia que describe un conjunto de mejores prácticas y recomendaciones para la gestión de servicios de TI, con un enfoque de administración de procesos.

2. Situación Problema

En el departamento de Arauca (Colombia), por sus grandes extensiones de territorio los servicios de Internet y comunicaciones están limitados a pocas Mypimes ocasionando una gran demanda de clientes interesados en estos servicios. Según el ministerio de las TIC establece en la referencia [4] en el boletín trimestral de conectividad y suscripciones a Internet en el Departamento de Arauca, para el último trimestre del 2018, existen alrededor de 11.263 suscriptores a servicios de Internet en el Departamento de Arauca, distribuidos en 15 proveedores de los cuales solo 5 son empresas o mypimes de la región y el resto son operadores nacionales que no cuentan con oficinas administrativas, ni de soporte en la región. Así mismo se evidencia, que las Mypimes de la región no manejan estándares de calidad, ni planes estratégicos orientados a la gestión del servicio. Por lo anterior, para el caso de estudio, una MiPyme del sector de las telecomunicaciones y prestadora de servicio de internet de la región, buscando el objetivo de conocer y diagnosticar el estado de los diversos procesos de gestión orientados a la calidad de los servicios.

La MyPime escogida cuenta con 5 años en el mercado del suministro del servicio de internet en los cuatro municipios del departamento de Arauca, al igual cuenta con alrededor de 400 usuarios delimitados entre

empresas públicas y privadas, instituciones educativas y hogares.

Preliminarmente se identifica la falta de estrategias orientadas al ciclo de vida del servicio, generando la utilización de métodos obsoletos en la administración de los procesos que causan demora en la ejecución de las actividades propias de la MiPyme y la afectación en el servicio de los usuarios. Adicionalmente, existe una carencia de estudios previos o auditorías internas enfocadas en estrategias de servicios ocasionando demora en la toma de decisiones afectando directamente la utilidad de la mypime. Por todo lo mencionado anteriormente este proyecto establece las pautas iniciales para el desarrollo de una de caracterización de la gestión del servicio dentro de la mypime, que posteriormente será el insumo para la generación de un plan estratégico de TI.

3. Metodología

La metodología desarrollada dentro del proyecto parte de una investigación no experimental en la cual se utilizan diversas herramientas de indagación tales como encuestas, entrevistas, checklist, medición de procesos y nivel de madurez. De la misma manera la figura. 1 define los diversos pasos realizados en la ejecución de la caracterización del proyecto. Se destaca la importancia de esta metodología debido a que permite conocer de manera específica las características y el nivel actual de los diversos procesos relacionados con la gestión del servicio.

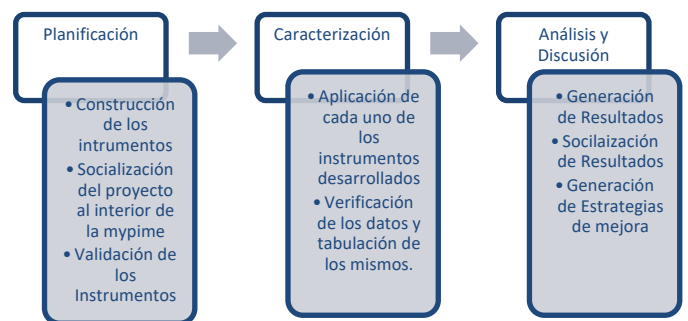


Figura 1. Metodología Utilizada dentro del Estudio.

Así mismo la metodología se complementa con lo planteado en ITIL en su fase de Gestión Estratégica del Servicio, la cual identifica unos elementos claves sobre

los cuales se hace la caracterización: Portafolio de Servicio, Gestión de la Demanda, y Gestión Financiera.

4. Resultados y Discusión

La caracterización de una MyPime, Startup o emprendimiento permite la generación de estrategias oportunas que contribuyan a la continuidad del negocio y la eficiencia de los servicios ofrecidos elementos importantes para toda empresa en crecimiento.

A continuación, las diversas herramientas y los resultados obtenidos de medición de los procesos orientados a la gestión del servicio de una mypime.

4.1 Gestión Estratégica

Uno de los aspectos más importantes al evaluar una MiPyme es identificar el estado actual de sus procesos y la gestión general de la misma. Por lo cual se realiza un análisis de los aspectos que integran la gestión del servicio mediante una matriz DOFA (Debilidades, Fortalezas, Oportunidades y Amenazas). La referencia [5] define la matriz DOFA como un conjunto herramientas que permiten identificar de manera eficiente las Debilidades, Amenazas, Oportunidades y Fortalezas de la MiPyme y su interacción con los clientes, la competencia y los proveedores. Destacando la importancia de la aplicación de la DOFA, dado que permite identificar y clasificar aspectos que no son tenidos en cuenta por parte de la MiPyme, los cuales pueden contribuir a generar estrategias de mejora continua e innovación, articulada con la gestión del servicio.

La aplicación de la matriz DOFA desarrollada al interior de la mypime contó con la participación de todo el personal de nivel estratégico (gerencia), nivel táctico (jefes de dependencias entre ellas el área de TI) y nivel operativo. La medición de la matriz se realizó a través de entrevistas con cada uno de los niveles, así como una reunión conjunta para socializar los resultados de las entrevistas y definir el nivel de importancia de cada uno de aspectos identificados al interior de la mypime. A continuación, se mencionan cada uno de los aspectos de la matriz DOFA evaluados con el grado de importancia al interior de la MiPyme.

Debilidades

- La experiencia específica del personal en temas tecnológicos (Muy Importante).
- La falta de conocimientos en la implementación de procesos (Muy Importante).
- La carencia de documentación de los procesos orientados al servicio al Cliente (Muy Importante).
- La carencia de herramientas de gestión y seguimiento de las actividades (Muy Importante).
- La carencia del seguimiento y medición de los clientes, al igual que su satisfacción (Importancia Media).

Amenazas

- La entrada de nuevas empresas al mercado que ofrecen los mismos servicios (Importancia Crucial).
- Altos costos de los servicios o productos necesarios como insumo (Muy Importante).
- La competencia por parte de los proveedores, con precios bajos al usuario final (Muy Importante).

Fortalezas

- La antigüedad en el mercado del ISP en la región (Importancia Crucial).
- La cobertura en los 5 municipios y en zonas rurales (Importancia Crucial).
- Infraestructura física propia dentro de todo el departamento (Muy Importante).
- El personal humano con la iniciativa y compromiso para trabajar (Muy Importante)
- La voluntad de las directivas en la mejora continua en los procesos (Muy Importante)

Oportunidades

- La demanda de mayor conectividad en los usuarios, gracias a los servicios en la nube (Importancia Crucial).
- La posibilidad de articular proyectos públicos o privados de conectividad y servicios de Internet (Importancia Media).
 - La aparición de Outsourcing en Internet que permiten mejorar el portafolio de servicios (Muy Importante).

El análisis de la matriz DOFA permitió entender los aspectos organizacionales de la MiPyme y ofrece un análisis preliminar del cumplimiento de los objetivos misionales y las metas propuestas.

4.2 Portafolio de Servicio

En la referencia [6] es definida la gestión del portafolio del servicio como un elemento transversal a la gestión empresarial y es un elemento vital para cualquier emprendimiento, razón por la cual juega un papel importante dentro de la gestión hacia el cliente. Por lo anterior es indispensable que toda MiPyme identifique los productos o servicios ofrecidos con la finalidad de identificar estrategias de mejoría.

El análisis del portafolio del servicio se desarrolló a través de un proceso de inventario de servicio, en el cual se identifica la propuesta de valor de los servicios existentes, al igual que los servicios a proyectar. La identificación de los servicios dentro del portafolio del servicio permite entender las funciones y actividades del área de TI y su articulación en el cumplimiento de los objetivos institucionales y los servicios ofrecidos. En la tabla 2. se evidencia la caracterización de las funciones y procesos de cada uno de los servicios definidos dentro del portafolio de servicio de la MyPime.

Tabla 2. Caracterización de funciones y procesos de los servicios del portafolio.

Nombre del Servicio	Funciones	Procesos
Servicio de Internet Dedicado	Equipo de TI Auxiliares de Soporte Dependencias Administrativas	Soporte del Servicio Remoto y en Sitio
Servicio de Internet Banda Ancha		Instalación y Configuración de Clientes Seguimiento a Facturación y Cobranza
Formulación e implementación de proyectos TIC	Gerencia Dependencias Administrativas Jefe del área de TI	Identificación de Convocatorias Gestión de la Convocatoria Validación de Requerimiento Montaje de propuesta Seguimiento y Presentación Ejecución Finalización o Liquidación del Proyecto
Diseño e instalación de redes inalámbricas	Gerencia Dependencias Administrativas Jefe del área de TI Auxiliares de Soporte	Levantamiento de Requerimientos Diseño de la red propuesta Presentación y validación Implementación y entrega

La construcción del portafolio del servicio se realizó en conjunto con las áreas de gerencia y TI, los cuales a través de entrevistas semiestructuradas y validación del portafolio existentes. Permitiendo evaluar al detalle cada una de los procesos y funciones de los productos existentes dentro de la MiPyme. Así mismo se identificaron aspectos que no eran conocidos dentro de la MiPyme generando retrocesos en los procesos y falta de comunicación ocasionando pérdidas en la adquisición de nuevos clientes.

4.3 Gestión de la demanda

La gestión de la demanda se entiende según la referencia [7] como el proceso responsable de entender, anticipar e influir en la necesidad de servicios por parte de los clientes.

Una de las formas más eficientes con la cual se puede entender la percepción de los clientes es mediante una encuesta, la cual permite identificar y medir de manera cuantitativa aspectos relacionados con el portafolio del servicio, al igual que la gestión de incidencias y solicitudes. En el marco del proyecto se encuestaron una muestra de 202 clientes de un total de 422 clientes con los que cuenta la Mypimes, la cual permite entender la percepción de los clientes en relación a todos los procesos y actividades relacionadas con el servicio al cliente.

Esta medición definió que el 42 % de los encuestados se siente conforme con el servicio ofrecido y las actividades asociados al área de TI. De la misma manera el 38% considera que la prestación del servicio es buena, pero puede mejorar. El 7% no se encuentra totalmente satisfecho con el servicio contratado y solo un 5% considera que el servicio es muy bueno. En resumen, el desarrollo de la encuesta genera una oportunidad para crear planes de mejora continua que se orienten a suplir los requerimientos de los clientes en relación a la percepción garantizando la continuidad del servicio.

4.4 Gestión Financiera

La gestión financiera es un elemento transversal al portafolio de servicio y la gestión de la demanda, siendo vital para garantizar la continuidad del servicio y la rentabilidad de una MiPyme en relación a su portafolio de servicio.

Dentro del análisis de la gestión financiera realizada al área directiva, financiera y contables de la MiPyme a través de una entrevista semiestructurada en donde se

indagó sobre la relación de la inversión de la MiPyme en innovación y la inversión a la gestión de los servicios prestados. Se evidenció la poca coherencia en relación a los recursos de la inversión anual destinados a el área de TI, generando la carencia del presupuesto acorde para atender las necesidades de los procesos de la gestión del servicio. De la misma manera no se definen claramente los recursos financieros que garantizaran un plan de emergencias y de continuidad eficiente tanto para la vigencia actual como vigencias futuras.

En conclusión, no se cuenta con una política ni estrategias orientadas a una gestión financiera eficiente que garantizará la gestión de los servicios de TI.

4.5 Madurez de los procesos orientados al servicio

Los procesos son un elemento indispensable en la continuidad del negocio, garantizando la disponibilidad, confiabilidad e integridad de los servicios ofrecidos. De la misma manera la estandarización juega un papel importante en la calidad de los servicios prestados, dado que define una hoja de ruta en los diversos procedimientos que garantice la continuidad de los servicios.

Una forma de desarrollar un análisis del estado de los procesos y procedimientos del área de TI dentro de una MiPyme es mediante el modelo integrado de madurez de competencias (CMMI), el cual se establece en [8] como una guía que permite medir el grado de madurez de las organizaciones, con la finalidad de establecer mejoras en los procesos y la habilidad para organizar, desarrollar, adquirir, mantener productos y servicios.

El modelo de madurez se define en una escala del grado de cumplimiento de cada uno de los procesos al interior de la MiPyme, la tabla 3 permite la medición de forma cuantitativa en una escala de 0 a 5 de los procesos relacionados con la continuidad del negocio, basados en los elementos definidos por la gestión estratégica de ITIL.

Tabla 3. Esquema de medición de la madurez de procesos.

Nivel de Madurez	Significado (Metodología CMMI)	Porcentaje de cumplimiento
0	No hay administración de Procesos	No se ejecuta
1	Los procesos son informales y desorganizados	Al menos el 20%

2	Los procesos siguen un patrón regular aunque no están formalizados	Al menos el 40%
3	Los procesos están documentados y comunicados regularmente	Al menos el 60%
4	Los procesos son monitoreados y medidos sistemáticamente	Al menos el 80%
5	se siguen las mejores prácticas y están automatizadas	Cumple al 100%

El proceso de medición permitió identificar, medir y cuantificar el área de TI al igual que la gerencia de la MiPyme y todos los actores importantes dentro de la toma de decisiones que afectan los servicios ofrecidos a los clientes.

Por lo cual se asignaron a cada uno de los elementos de gestión definidos por las buenas prácticas de ITIL (gestión del portafolio del servicio, la gestión financiera y gestión de la demanda) los procesos que intervienen en la gestión del servicio al cliente, a los cuales se les desarrollo la medición del nivel de madurez y el porcentaje de cumplimiento. La recolección de la información se realizó a través de entrevistas semiestructuradas y visita a cada una de las dependencias en donde se detalló el funcionamiento de cada uno de los procesos asociados, así mismo realizó la validación a través de checklist de verificación el cual buscaba evidenciar la existencia de documentación, formatos o registros de los procesos evaluados. La tabla 4 muestra los resultados obtenidos de la medición de los niveles de madurez y el porcentaje de cumplimiento al interior de la MiPyme

Tabla 4. Resultados de la medición de madurez dentro de la MiPyme.

ITEM	TIPO DE GESTIÓN	PROCESOS EVALUADOS	NIVEL DE MADUREZ	% DE CUMPLIMIENTO
1	GESTIÓN DEL PORTAFOLIO DEL SERVICIOS		1.8	36%
1.1		El área de TI se encuentra definida dentro de la mypime	3	60%
1.2		Existe y se ejecuta el plan de contingencia de TI	2	40%
1.3		Existe y se ejecuta el plan de mantenimiento de TI	2	40%
1.4		Funciones de los responsables del área de TI se encuentran divulgadas	2	40%

1.5		Perfiles de los funcionarios se encuentran actualizados	2	40%
1.6		Existe inventario de incidencias de TI	2	40%
1.7		Se define claramente los procedimientos para la atención de incidencias de TI	2	40%
1.8		El área de TI cuenta con objetivos enmarcados dentro de sus funciones	3	60%
1.9		Existe y se ejecuta un plan de mejoramiento orientado al portafolio de servicio	0	0%
1.10		Existe plan de seguridad de la información para los servicios prestados por la Mypime	0	0%
ITEM	TIPO DE GESTIÓN	PROCESOS	NIVEL DE MADUREZ	% DE CUMPLIMIENTO
2	GESTIÓN FINANCIERA		2	40%
2.1		Los presupuestos de la Mypime se plantean en relación a las necesidades de mejoras del portafolio de servicio y el ciclo de vida del mismo	2	40%
2.2		Se realiza un seguimiento en el manejo de costos y riesgos asociados a la gestión de servicios	2	40%
ITEM	TIPO DE GESTIÓN	PROCESOS	NIVEL DE MADUREZ	% DE CUMPLIMIENTO
3	GESTIÓN DE LA DEMANDA		2	40%
3.1		Se define claramente las necesidades de los clientes	2	40%
3.2		Existen herramientas que permitan la gestión de las incidencias de los clientes	2	40%
3.3		Se definen claramente los SLA con los clientes	3	60%
3.4		Existe un plan de información para los clientes en caso de incidencias masivos o fallos	1	20%
Estado Actual de los Procesos al Interior de la Mypime			1,933	39%

Este proceso permitió identificar que el nivel de madurez dentro de la MiPyme se encuentra en el nivel 2 con un porcentaje de cumplimiento de 39%. Evidenciando que los procesos se manejan de forma

desorganizada a pesar de que existen políticas o lineamientos en relación a los mismos. Igualmente, no se evidencia una estandarización de los formatos que faciliten el desarrollo de las actividades relacionadas con el soporte y la continuidad del servicio.

De la misma manera la Figura 2 define en detalle los resultados de la medición de los niveles de madurez en cada uno de los elementos de gestión evaluados.

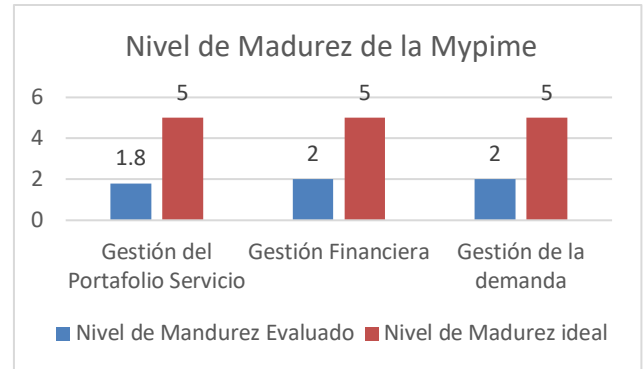


Figura 2. Nivel de madurez de la MiPyme.

En relación a la gestión del portafolio del servicio y el manejo de incidencias se evidenció que los procesos son desarrollados de forma manual y no documentados. Igualmente, no se encuentra un detalle completo de los equipos existentes y necesarios para la prestación de los servicios, generando lentitud en la identificación de falencias o incidencias.

Según la referencia [9] se define la planeación estratégica como la articulación de las estrategias orientadas al beneficio de las empresas. Por lo que el análisis desarrollado a la gestión de la Mypime evidencia falencia la gestión estratégica y la articulación de los diversos planes de mejoramiento o de mantenimiento a las actividades desarrolladas diariamente. Así mismo, en el análisis de la gestión financiera se evidencia la falta de procedimientos claros para la administración del presupuesto, y la no documentación de los procedimientos o protocolos que definan la inversión de los recursos producto de las ventas dentro de la MyPime a la innovación e investigación de nuevas soluciones.

En la gestión demanda no se evidencia un plan de divulgación del portafolio de servicios, al igual la gran mayoría de los procesos orientados al cliente y sus incidencias se realizan de manera rutinaria y desorganizada. Igualmente, según lo planteado en [10] la gestión del servicio y la demanda se centra en establecer

la articulación entre PBA (*Patrones de Actividad del Negocio*) y los SLP (*Paquetes de Nivel de Servicio*). Dentro de la MyPime se evidencia la existencia de estos elementos permitiendo establecer una oferta diferenciadora a los clientes.

La identificación de estos procesos centrados en el manejo del portafolio del servicio, la gestión de la demanda y la gestión financiera, permite instruir a la empresa en la importancia de las mejoras continuas que debe implementar en su plan estratégico.

4.6 Evaluación de la gestión del personal

El personal es un engranaje importante para el desarrollo y continuidad del negocio, a través de la coherencia entre los perfiles contratados y el personal existente. En la actualidad, la empresa cuenta con cargos definidos para el desempeño de las actividades de TI, las cuales se encuentran conformados por: un ingeniero jefe de área de TI y tres técnicos operativos.

Los cuales están entre sus labores la correcta administración y gestión de los servicios ofrecidos por la empresa. Garantizando la continuidad, efectividad y garantía de los mismos. Basados en lo anteriormente expuestos se pretende indagar y conocer el grado de conocimiento de los empleados en relación a los procesos, políticas y procedimientos orientados al servicio al cliente basados en ITIL, se pretende evaluar aspectos como:

- Desarrollo de herramientas de gestión.
- Conocimiento y desarrollo del plan de contingencia.
- Conocimiento y desarrollo del plan de capacitación.
- Conocimiento de las estadísticas de incidencias.
- Conocimiento de los proveedores.
- Conocimiento de políticas que garanticen la continuidad del negocio.
- Manejo de Seguridad de información.
- Manejo de formatos.
- Manejo de Seguridad de información.
- Injerencia en contratación de proveedores.

En la figura 3 se evaluó el conocimiento con los que cuenta el personal del área de TI en relación a los procesos y actividades desarrolladas por el área de TI en relación a la gestión eficiente del servicio. Teniendo una

escala de medición de uno a cinco, en el dónde el uno corresponde a la falta de conocimiento o injerencia en el proceso y cinco un alto conocimiento o injerencia en el proceso planteado.

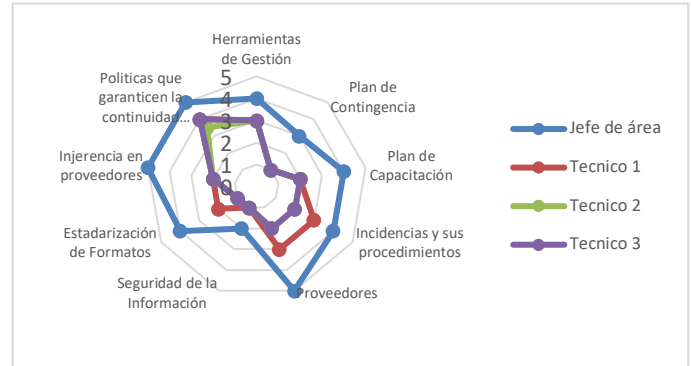


Figura 3. Evaluación de la apropiación de los procesos.

Se puede apreciar que a pesar que el director del área conoce algunos procesos y procedimientos, no se evidencia este conocimiento en el nivel técnico, de la misma manera no se conocen las políticas relacionados con el manejo de la seguridad de la información y la confidencialidad de los clientes.

5. Resultados

En resumen, el proceso de caracterización realizado a la MiPyme permitió entender a profundidad el proceso de gestión del servicio al igual que el nivel de madurez de cada uno de sus procesos. De la misma manera generó un espacio para el entendimiento de la importancia de la evaluación continua en todas las dependencias de la misma, promoviendo una cultura de innovación continua y validación de nuevos retos según la demanda o necesidades del cliente.

Se resalta la participación de todos los involucrados (*stakeholders*) en el proceso de caracterización siendo esta uno de los aspectos a tener en cuenta en todo proceso de caracterización, dado que el talento humano es el insumo más importante para el desarrollo eficiente de un proceso de evaluación.

De la misma manera este proceso de caracterización permitió la construcción de lineamientos y planes estratégicos orientados incrementar la eficiencia y eficacia en los servicios prestados por la MiPyme.

6. Conclusiones

Una caracterización y evaluación de la gestión del servicio teniendo en cuenta las buenas prácticas de ITIL permite a una MiPyme identificar aspectos diferenciadores en relación a su competencia ofreciendo un mayor valor a los clientes. De la misma un proceso eficaz de caracterización del portafolio de servicios permite conocer en detalle los productos o servicios ofrecido a los clientes al igual que los tiempos entrega y los procesos de mantenimiento de los mismos, generando confiabilidad a los clientes.

Por otra parte, la entrada de nuevos competidores en el mercado de las telecomunicaciones en la región obliga a las MiPyme a conocer todas las características de su modelo de negocio al igual que los productos o servicios ofrecidos, dado un gran valor al proceso mencionado dentro de este proyecto, este proceso de caracterización permite generar estrategias competitivas orientadas a mejorar un posicionamiento que atraiga nuevos clientes.

Se destaca dentro de este proyecto la utilización de varias herramientas de indagación centradas en la gestión del servicio al cliente orientadas a la evaluar el nivel de madurez de los procesos y las diversas actividades enfocadas al portafolio de servicios, la gestión de la demanda y la gestión financiera de la MiPyme.

Los resultados de esta caracterización se socializaron a todos los funcionarios de la MiPyme (Nivel Estratégico, Táctico y Operativo), al igual que los proveedores. En la cual se consultó la pertinencia del trabajo realizado y la importancia de la caracterización. Se recalca que la totalidad de los convocados entendieron la importancia de la caracterización y evaluación permanente de los procesos estratégicos de la MiPyme y la importancia de la gestión del servicio al cliente. Así mismo, este resultado abre nuevos retos de innovación y mejoramiento continuo dentro de la MiPyme, siendo estos aspectos un elemento diferenciador en el proceso de posicionamiento estratégico de la MiPyme.

En resumen, la caracterización de la gestión de las tecnologías de la información, así como la gestión del servicio ofrecen a las MiPyme y emprendedores son insumos orientados a identificar los elementos diferenciadores de los productos o servicios ofrecidos, al igual permite la toma de decisiones de manera más asertiva y que se adapte a los cambios de una sociedad cada vez más competitiva. Al igual permite la generación

de estrategias orientadas a posicionar y forjar el crecimiento de la MiPyme.

7. Referencias

- [1] Consejo Privado de Competitividad. (2018). Informe Nacional de Competitividad 2018-2019. Bogotá D.C: Zeta Comunicadores. ISSN 2216-1430
- [2] Chico Quintero, D. S., Gutiérrez Cantor, J., & Guzmán Prieto, B. (2017). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Recuperado el Julio de 2019, de Biblioteca Digital: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/703>
- [3] J. Van Bon, A. de Jong y A. Kolthof, Estrategia del Servicio basada en ITIL V3, Amersfoort: Van Haren Publishing, 2008.
- [4] MinTIC. (14 de 06 de 2019). Boletín trimestral de las TIC. Obtenido de Mintic: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-82350.html>
- [5] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Gobierno de España, «Ministerio de Industria, comercio y turismo,» s.f.. [En línea]. Available: <https://dafo.ipyme.org/>.
- [6] J. van Bon, A. de Jong, A. Kolthof, M. Pieper, R. Tjassing, A. van der Veen y T. Verheijen, Fundamentos de ITIL v3, Amersfoort (Holanda): Van Haren Publishing, 2010.
- [7] Axelos Global Best Practice, Glosario y Abreviaturas de ITIL, 2011.
- [8] Byte TI, «Byte IT,» 06 marzo 2008. [En línea]. Available: <https://www.revistabyte.es/tendencias-byte-ti/2008031401-cmmi-vs-itol-dos-enfoques-complementarios/>.
- [9] H. Koontz y H. Wehrich, Administración Una Perspectiva Global, México: McGraw Hill Interamericana Editores., 1998.
- [10] Baud Jean-Luc, ITIL® V3: Entender el enfoque y adoptar las buenas practicas. Barcelona, Ediciones ENI, 2016.
- [11] J. van Bon, A. de Jong, A. Kolthof, M. Pieper, R. Tjassing, A. van der Veen y T. Verheijen, Gestión de Servicios de TI basados en ITIL-Guía de Bolsillo, Amersfoort (Holanda): Van Haren Publishing, 2010
- [12] H. Mintzberg y J. B. Quinn, El Proceso estratégico, México: Prentice Hall Hispanoamérica, 1998.

Reconocimiento automático de ganado bovino a partir de imágenes aéreas tomadas con drones: Un enfoque exploratorio.

Automatic recognition of cattle from aerial images taken with drones: An exploratory approach

Diana Isabel Gómez Bedoya^{1*}, Reinel Castrillón^{2*}

¹Facultad de Ingenierías, Universidad Católica de Oriente, Colombia

²Grupo de Investigación GIMU, Universidad Católica de Oriente, Colombia

*Autor de correspondencia: lcastrillon@uco.edu.co

RESUMEN– El sector ganadero en Colombia se ha visto afectado en los últimos años por el aumento del robo de ganado bovino generando pérdidas millonarias para el gremio. La ganadería en el país se realiza por pastoreo extensivo lo que hace difícil de monitorear los animales en tiempo real. En este trabajo se propuso una primera fase hacia la construcción de un sistema para la vigilancia automática de ganado a cielo abierto, mediante la adquisición de imágenes aéreas tomadas con drones. Para llevarlo a cabo, se tomaron alrededor de 13000 fotografías de ganado en cuatro fincas del oriente antioqueño, se etiquetaron manualmente y se construyó un modelo para la detección de ganado a partir de una arquitectura de redes neuronales profundas llamada YOLO. En las métricas de evaluación de desempeño del modelo entrenado, se obtuvieron valores de precisión del 82% con niveles de sensibilidad del 75% en etapas de prueba y validación. A pesar de que el estudio planteado es de tipo exploratorio, los resultados obtenidos muestran el potencial de utilizar este tipo de herramientas en la construcción de una aplicación funcional para la prevención del robo de ganado en Colombia.

Palabras clave– *Abigeato, aprendizaje profundo, detección de objetos, redes neuronales convolucionales, YOLO.*

ABSTRACT– The livestock sector in Colombia has been affected in recent years by the increase in the theft of bovine cattle, generating millions of losses for the sector. Extensive grazing carries out livestock in the country, which makes it difficult to monitor the animals in real time. This paper proposes a first phase towards the construction of a system for the automatic monitoring of livestock in the open sky through the acquisition of aerial images taken with drones. To carry it out, about 13,000 photographs of cattle are captured in four farms in eastern Antioquia, manually labeled and a model for cattle detection is constructed from a deep neural network architecture called YOLO. In the performance evaluation metrics of the trained model, precision values of 82% are obtained with recall levels of 75% in the testing and validation stage. Although the proposed study is exploratory, the results show the potential to use this type of tools in the construction of a functional application for the prevention of cattle theft in Colombia.

Keywords– *Cattle theft, convolutional neural networks, deep learning, object detection, YOLO.*

1. Introducción

Colombia es un país de vocación agrícola. La ganadería es la actividad más importante del sector agropecuario, donde se destaca particularmente la producción bovina. De acuerdo con datos del ministerio de Agricultura, la actividad ganadera predomina en 27 de los 32 departamentos del país [1]. La leche y la carne hacen parte fundamental de la dieta del colombiano promedio, es por esta razón, que la afectación del sector de cualquier tipo incide de manera directa o indirecta en cada uno de los ciudadanos.

Uno de los grandes flagelos del sector ganadero en el país es el abigeato [2]–[5], nombre técnico con el que se conoce al hurto de ganado. De acuerdo con cifras de

autoridades como la Fiscalía, la Policía Nacional y las alcaldías de varios municipios de Antioquia, Arauca, Bolívar, Casanare, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena Medio y Meta, entre el año 2012 y el año 2016 se presentaron en Colombia 9024 casos de hurto de ganado; esto trae consigo pérdidas económicas para el sector, por ejemplo, en el departamento del Cesar se han reportado pérdidas anuales de 13200 millones de pesos (COP), en Antioquia se estiman pérdidas por 400 millones de pesos (COP) y en la Guajira las pérdidas están calculadas en 1200 millones de pesos (COP) [6].

El sector agropecuario en Colombia se caracteriza por su poco grado de tecnificación [1] lo cual contrasta con las evoluciones tecnológicas y desarrollos científicos que

se adelantan a nivel mundial. El uso de la tecnología como una herramienta que pueda ayudar a prevenir el hurto de ganado parece no ser considerado en los ámbitos locales, a pesar de que la ganadería en el país se realiza principalmente por pastoreo extensivo y el proceso de vigilancia de grandes cantidades de ganado en extensos territorios resulta en una tarea de alta complejidad, poco precisa y demandante de gran cantidad de tiempo y esfuerzo físico.

1.1 Trabajos relacionados

En la literatura científica se han propuesto diferentes herramientas tecnológicas para realizar vigilancia de animales en espacios libre:

Puetaman et al. (2014) propusieron un dispositivo prototipo basado en tecnología *Xbee* que, ubicado en el cuello de la res, puede determinar el estado de vida del animal mediante el monitoreo de la temperatura y, además, identificar si el animal se encuentra dentro del área de pastoreo permitida, mediante la emisión de una señal de radiofrecuencia transmitida desde el dispositivo a un sistema central [7].

Por otro lado, Kaixuan y Dongjian (2015) propusieron algoritmos de procesamiento de imágenes para la detección de vacas en estado libre con el fin de realizar análisis de comportamiento. Las pruebas fueron realizadas a partir de capturas de video con cámaras estáticas en primer plano, alcanzando niveles de detección (en ambiente no controlado y con luz natural) del 88.34% [8].

Simarcek et al. (2012) presentaron una solución para el conteo de animales en vía silvestre para propósitos de conservación a partir de la aplicación de técnicas de visión por computador sobre imágenes satelitales. Los investigadores utilizaron las diferencias en reflectancia espectral existentes entre los especímenes a detectar y su entorno. Mediante métodos de segmentación rápida, funciones de densidad de probabilidad y teoría de grafos se logran aislar los individuos para el conteo alcanzando niveles de sensibilidad superiores al 90% [9]. Un enfoque similar mediante la utilización de imágenes satelitales, técnicas de aprendizaje automático, sistemas neurodifusos y procesamiento de señales para la identificación y conteo de grandes mamíferos, fue propuesto por Xue et al. (2017) [10].

En esta misma línea de tareas de censo y conservación de especies salvajes, van Gemert et al. (2014)

propusieron un sistema de conteo de animales usando imágenes capturadas con drones. Ellos utilizaron algoritmos DPM (*Deformable Part-based Model*) para la detección de los objetos de interés y máquinas de soporte vectorial (SVM) para su clasificación. Ellos obtuvieron niveles de sensibilidad de 0.72 aproximadamente [11].

Lhoest et al. (2015) propusieron una nueva metodología para el conteo de comunidades de hipopótamos mediante el uso de drones y cámaras térmicas infrarrojas, realizando la detección mediante la aplicación de técnicas de procesamiento digital de imágenes (segmentación por polígonos, niveles de gris, ubicación de centroides) [12]. Los resultados mostraron errores de conteo promedio de 2.3%.

Chamoso et al. (2014) utilizaron imágenes aéreas tomadas con drones y redes neuronales convolucionales para el conteo de ganado en fincas, obteniendo precisiones de conteo superiores al 97% [13]. Sadgrove et al. (2017) propusieron un sistema general para la detección de objetos en fotografías aéreas en zonas de pastoreo utilizando características de color. Generalmente, el uso de color en imágenes requiere mayor cantidad de cómputo para su procesamiento; sin embargo, los autores propusieron el uso de un nuevo enfoque al utilizar redes neuronales artificiales con aprendizaje extremo de máquina con el fin de reducir la carga computacional. Los autores lograron obtener porcentajes en la detección de ganado del 86% sobre un total de 200 muestras [14]. Andrew et al. (2017) propusieron un sistema usando imágenes capturadas con drones y visión por computador con aprendizaje profundo, para la identificación y localización de un tipo particular de ganado (*Holstein Friesian*), alcanzando niveles de precisión del 99.3%. El principal aporte de este trabajo es que además de detectar el ganado, los animales también pueden ser individualizados [15].

Finalmente, Sharma y Shah (2017) proponen un sistema para vehículos autónomos para la detección de animales en vías con el fin de prevenir accidentes. Ellos lograron identificar correctamente los animales en carreteras con una precisión del 82.5% con un vehículo viajando a 35 km/h, en un tiempo suficiente para evitar la colisión. Para el sistema de detección y reconocimiento, ellos utilizan 2200 imágenes de animales, a diferentes distancias y ubicaciones, utilizan filtros HOG (histograma de gradientes orientados) para

la extracción de descriptores y clasificadores en cascada para la identificación [16].

1.2 Brechas de investigación y desafíos

A partir de la revisión de las diferentes investigaciones científicas reportadas con el tema de detección de animales en espacios abiertos o de pastoreo, se extraen las siguientes consideraciones:

- El uso de dispositivos ubicados sobre el animal muestra ser una alternativa funcional, sin embargo, hay algunos inconvenientes que pueden limitar su uso como, por ejemplo: el dispositivo puede ser manipulado, es invasivo y puede representar una molestia para el animal, hay dependencia de un sistema central de información en constante operación, puede requerir personal experto, es costoso y, en entornos agrestes, puede estar sujeto a fallas.
 - El uso de cámaras fijas que capturen los animales en primer plano resulta útil para clasificación, individualización y análisis de comportamiento (alimentación, reposo, movimiento de la boca, locomoción, gestación, celo), no así para aplicaciones de vigilancia y conteo.
 - El uso de cámaras térmicas ubicadas en drones es efectivo para la detección de grandes especies animales en vida salvaje. Este tipo de tecnología puede ser incorporado al conteo de ganado. Pese a ello, esta tecnología aún puede resultar costosa para un ganadero promedio. Además, una de las principales ventajas del uso de cámaras térmicas es la vigilancia nocturna, característica que no sería utilizada en este contexto, debido a que en Colombia el ganado es guardado en establos durante las horas de la noche.
 - El uso de imágenes satelitales no resulta viable actualmente para aplicaciones en tiempo real.
 - Aprovechar las características fenotípicas de una raza de ganado en particular ayuda considerablemente para la identificación de ganado; sin embargo, en una proporción considerable de fincas ganaderas en Colombia se trabaja con diferentes tipos de raza simultáneamente.
 - El uso de fotografías capturadas en espacios no controlados representa grandes desafíos en el desarrollo de aplicaciones de detección e identificación de objetos. Las imágenes varían de acuerdo al ángulo del sol, reflexión de la luz, el fondo del objeto, la distancia del objeto, cambios de brillo durante el día, tipo de cámara, estación del año, etc.
- Escriba el tto aquí

- La captura de imágenes aéreas usando drones, aplicando técnicas de visión por computador, aprendizaje automático y aprendizaje profundo, es el camino a seguir en el desarrollo de aplicaciones para el conteo y detección de objetos en espacios abiertos.

Del análisis de estas consideraciones resulta claro que a la fecha no se cuenta con una aplicación completamente funcional que pueda ser utilizada para el monitoreo automático de ganado en espacio abierto. Por lo tanto, es necesario desarrollar un sistema de vigilancia y conteo que utilice imágenes adquiridas con drones, que pueda ser utilizado como un mecanismo para prevenir el robo de ganado en el país. El sistema a desarrollar debe incluir funcionalidades como:

- Procesamiento en tiempo real.
- Algoritmos para la detección automática del ganado.
- Algoritmos para seguimiento y conteo.
- Autonomía de vuelo en drones.
- Algoritmos óptimos para los recorridos en drones (garantizar el conteo completo en la menor cantidad de tiempo).

En este trabajo se presenta una aproximación inicial hacia la realización de las primeras dos funcionalidades propuestas, esto es, desarrollar herramientas algorítmicas para el reconocimiento automático de ganado de diferentes razas, en tiempo real, mediante la utilización de redes neuronales convolucionales de alto desempeño (*YOLO V2*), que puedan ser incorporadas a sistemas de vigilancia aérea (drones). Se propone un enfoque exploratorio debido a que, a pesar de que los estudios revelan resultados alentadores en el área, el tema aún se encuentra en una etapa de germinación.

2. Materiales y métodos

En la **Figura 1** se presenta en esquema general de cada una de las etapas seguidas en el desarrollo de este trabajo. Inicialmente se realizó un proceso de adquisición de las imágenes; posteriormente se realizaron manualmente las anotaciones sobre las imágenes; en tercer lugar, los conjuntos de imágenes se dividieron entre datos de entrenamiento y datos de prueba; en el paso siguiente se realizó el proceso de detección de ganado en las fotografías utilizando redes neuronales

convolucionales; y finalmente, se evaluó el desempeño del sistema entrenado utilizando diferentes métricas.

2.1 Adquisición

Los conjuntos de imágenes aéreas fueron adquiridos con un dron *DJI Phantom 3* el cual tiene integrada una cámara (resolución de imagen 1920×1080 , 30 fps) con movimiento a tres ejes en un sistema de cardán. Las fotografías fueron adquiridas en cuatro fincas del municipio de La Ceja, oriente antioqueño, en diferentes jornadas y horas del día. En ninguna de las fincas había una raza de ganado predominante, por lo tanto, en cada una de las imágenes se observan vacas con diferentes características fenotípicas. No se siguió ningún protocolo de vuelo para la captura de las imágenes, sin embargo, las fotografías se tomaron a una distancia no menor de 15 m, con el fin de evitar el estrés, ansiedad y alteración del comportamiento natural de los animales. Después del proceso de adquisición, se cuenta con una base de datos de 13346 imágenes.

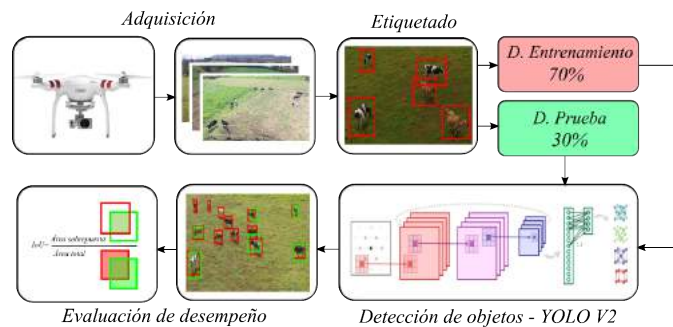


Figura 1. Esquema de la metodología propuesta.

2.2 Etiquetado

El uso del detector de objetos en imágenes empleado en este trabajo (*YOLO V2*) requiere datos de entrenamiento que incluyan etiquetas de cada una de las clases de objetos que se desea identificar. Estas etiquetas corresponden a recuadros dibujados sobre cada una de las imágenes en el lugar que se encuentran los objetos de interés (la ubicación de las vacas para este caso). El proceso de etiquetado debió realizarse manualmente sobre cada imagen. Si bien existen múltiples herramientas para realizar este proceso, en este trabajo se utilizó *DarkLabel V.1.3* [17], debido a su rapidez, versatilidad, fácil uso y a que entrega los etiquetados en formato de texto plano tal y como lo requiere el detector de objetos que se decidió usar. En la **Figura 2** se presenta

un ejemplo de etiquetado de imágenes usando la herramienta *DarkLabel*.

2.3 Detección de Objetos

Clásicamente, los problemas relacionados con la visión por computador han sido resueltos utilizando técnicas de procesamiento de imágenes para la extracción de descriptores (forma, color, textura) que permitan la identificación y clasificación de objetos usando métodos estadísticos y de aprendizaje automático. Sin embargo, en años recientes, el uso del aprendizaje profundo ha alcanzado una mayor aceptación en problemas de clasificación de imágenes y detección de objetos, debido, principalmente, a que este tipo de sistemas ha logrado superar la capacidad de clasificación humana [18]. En el aprendizaje profundo no se requiere la extracción de descriptores, sino que el sistema automático se entrena para que adquiera la capacidad de extraer por sí mismo las características relevantes de las imágenes. Este enfoque resulta útil cuando el problema a tratar es complejo y se tiene alta variabilidad en las características de las imágenes. Debido a las condiciones no controladas y diferentes variantes que presenta el problema de la identificación de ganado en espacio libre, en este trabajo se optó por utilizar técnicas de aprendizaje profundo.

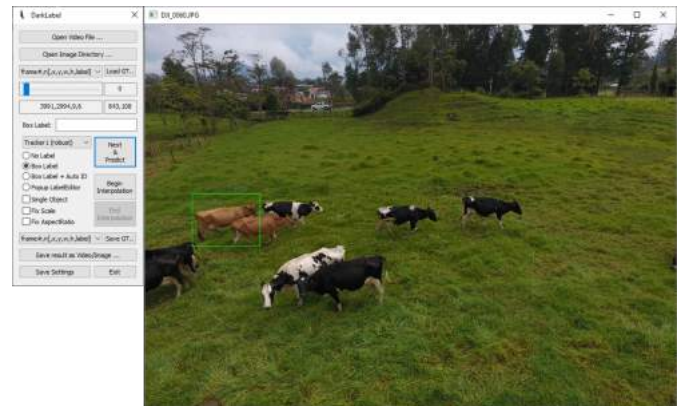


Figura 2. Etiquetado de imágenes usando DarkLabel V. 1.3.

YOLO (You Only Look Once) es una red creada para la detección de objetos en imágenes y videos basada en aprendizaje profundo, particularmente el uso de redes neuronales convolucionales. La principal ventaja de *YOLO* es que solo requiere ver la imagen una vez para realizar la predicción utilizando una sola red neuronal [19]. En la actualidad, *YOLO* es la aplicación más rápida para la detección de objetos en imágenes [20], con

capacidad de procesamiento de videos en tiempo real (hasta 171 fps) [21].

Para llevar a cabo la detección, *YOLO* primero divide la imagen en una cuadrícula de $S \times S$. En cada una de las celdas generadas predice N (clases) posibles etiquetas y calcula el nivel de probabilidad de cada una de ellas, es decir, se calculan $S \times S \times N$ diferentes cajas, la gran mayoría de ellas con un nivel de certidumbre muy bajo. Después de obtener estas predicciones se procede a eliminar las cajas que estén por debajo de un valor umbral. A las cajas restantes se les aplica un algoritmo (*Non-Max Suppression*) para eliminar posibles objetos que fueron detectados por duplicado y así dejar únicamente el más exacto de ellos (ver **Figura 3**) [19].

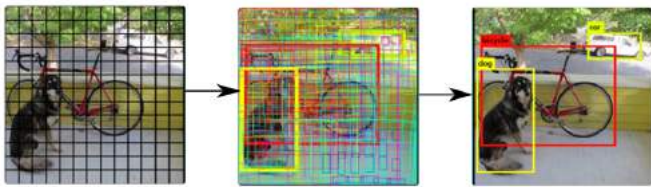


Figura 3. Funcionamiento general de YOLO. La imagen se divide en una cuadrícula de $S \times S$ (izquierda). Sobre cada celda se calcula el nivel de certidumbre de cada una de las N clases posibles (centro). Se eliminan las celdas con bajo nivel de certidumbre y se eliminan duplicados (derecha). Disponible en [19].

En este trabajo se ha usado *YOLO V2*, el cual es una versión mejorada de la red original que ofrece un mejor balance entre velocidad y precisión [22]. El entrenamiento se ha realizado sobre en *framework* para redes neuronales basado en lenguaje C y optimizado para CUDA llamado *DarkNet* [23]. El proceso se ha llevado cabo sobre una plataforma en la nube (*Paperspace*) configurado con una GPU NVIDIA Quadro P4000, CUDA 9.0 y cuDNN.

El conjunto de imágenes capturadas y etiquetadas se divide en dos partes: el 70% se utiliza para entrenamiento y el restante 30% para pruebas y validación. La optimización de los hiperparámetros de la red neuronal se realiza sobre un total de 8000 iteraciones (*epochs*).

2.4 Transferencia de aprendizaje

El aprendizaje por transferencia (*transfer learning*) es un método de aprendizaje automático en el que un modelo desarrollado para una tarea se reutiliza como punto de partida para un modelo en una segunda tarea. Se

usa debido a los vastos recursos de cómputo y tiempo requeridos para desarrollar modelos de redes neuronales desde cero y los excelentes resultados que proporciona en problemáticas relacionadas [24]. En este caso, se utilizó una red neuronal convolucional con arquitectura *YOLO V2* la cual se modifica para la detección de una sola clase (la clase vaca) a partir de una red neuronal que fue pre-entrenada con una base datos popularmente utilizada en aprendizaje profundo (*ImageNet*) [25]. La red pre-entrenada corresponde al modelo *darknet19_448* la cual fue descargada directamente del sitio web de los autores de *YOLO*.

2.5 Evaluación de desempeño

A continuación, se describen diferentes métricas utilizadas para la evaluar el desempeño de sistemas de detección de objetos en imágenes. Estas métricas son obtenidas a partir de aplicar el modelo entrenado a los datos de prueba.

2.5.1 Intersección sobre la unión IoU (*Intersection over Union*)

También es conocido como índice Jaccard. Es una métrica para determinar con qué grado precisión el modelo entrenado puede detectar cierto objeto. Idealmente, este valor debe ser de uno (100%). En la **Figura 4** se presenta gráficamente como se calcula el índice IoU. Los cuadros rojos representan las etiquetas marcadas manualmente sobre el objeto de interés en una imagen, mientras que los cuadros verdes representan la predicción dada por el modelo sobre el mismo objeto en la misma imagen.

$$IoU = \frac{\text{Área sobrepuesta}}{\text{Área total}}$$

Figura 4. Explicación gráfica del índice Intersección sobre unión.

2.5.2 Precisión (*Precision*)

Mide que porcentaje de predicciones positivas son correctas:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

Donde TP (cantidad de objetos de la clase correctamente identificados) son los verdaderos positivos y FP corresponde a los falsos positivos (cantidad de objetos que no son de la clase detectados como objetos de la clase).

2.5.3 Sensibilidad (*Recall*)

Mide qué tan bueno es un sistema para detectar objetos de la clase de interés. Se define como:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Donde FN (cantidad de objetos de la clase detectados que no son pertenecientes a la clase) corresponde a los falsos negativos.

2.5.4 Índice F1 (*F1-score*)

También conocido como coeficiente Sørensen-Dice. Representa una medida armónica de balance entre la precisión y la sensibilidad. Idealmente debe tomar el valor de 1. Matemáticamente se define como:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (3)$$

2.5.5 Media de Precisión mAP (*mean Average Precision*):

Es el promedio de las precisiones máximas a diferentes valores de sensibilidad.

3. Resultados y discusión

En la **Figura 5** se presenta algunas imágenes que presentan el funcionamiento del modelo entrenado. Los recuadros cian en las imágenes corresponden a las etiquetas realizadas manualmente, mientras que los recuadros verdes corresponden con las predicciones realizadas con el modelo neuronal entrenado.

El modelo fue probado sobre un total de 4004 fotografías que no fueron incluidas en el entrenamiento (son desconocidas para el sistema), de donde se derivan las diferentes métricas presentadas en la **Tabla 1**.

El valor de certidumbre utilizado para determinar si un objeto detectado corresponde o no a un objeto de la clase, fue del 25%. El sistema fue entrenado con una única clase, lo que hace que la red se especialice y por lo tanto la métrica de Media de Precisión mAP sea mayor que los valores reportados normalmente en la literatura sobre detección de objetos.

El abaratamiento de la tecnología de drones y sistemas de adquisición, así como los avances en el campo de la inteligencia artificial hacen que el uso de este tipo de sistemas para el monitoreo y vigilancia automática de ganado en espacio abierto sea una posibilidad tangible, poco invasiva y económica en un futuro cercano.



Figura 5. Resultados de detección de ganado en imágenes de prueba. En la imagen superior izquierda se puede observar la dificultad del modelo para detectar pequeños objetos.

Tabla 1. Métricas de desempeño obtenidas en la modelación de un sistema de detección de ganado a partir de fotografías aéreas.

Métrica de Desempeño	Valor obtenido
Precisión	82%
Sensibilidad (<i>recall</i>)	75%
<i>F1-score</i>	0.78
Verdaderos positivos (<i>TP</i>)	27183
Falsos positivos (<i>FP</i>)	5999
Falsos negativos (<i>FN</i>)	8923
<i>IoU</i> promedio	64.77 %
Media de precisión (<i>mAP</i>)	71.51%

Respecto a los resultados obtenidos en este trabajo cabe resaltar los siguientes aspectos:

- Este trabajo demuestra que la tarea de identificación de ganado en espacio abierto

puede ser realizada usando técnicas estándar de aprendizaje profundo. Los valores en las diferentes métricas de desempeño son aceptables, pero hay todavía un gran margen de mejora, para que pueda ser implementado en aplicaciones reales.

- El uso de técnicas de procesamiento de imágenes tales como normalización del color, submuestreo y filtrado en una etapa previa al entrenamiento del sistema, puede ayudar a disminuir la carga computacional en el cálculo de los hiperparámetros de la red neuronal y mejorar los resultados obtenidos.
- Puede ser recomendable seguir un protocolo de vuelo durante la etapa adquisición de las imágenes a una altura fija con el fin de lograr uniformidad en los detalles de los animales, de esta manera se puede evitar que algunas de las vacas en las imágenes queden pequeñas y sin detalles, lo que las hace invisibles y difícil de detectar para redes neuronales basadas en *YOLO* [22].

El desarrollo de dispositivos electrónicos de alto desempeño y bajo costo, y nuevas tecnologías de procesamiento (como las GPU) pueden ayudar a que algoritmos y conocimientos matemáticos originados hace algunos años puedan ser implementados hoy en día para aplicaciones en tiempo real, de manera particular, en el campo del procesamiento de imágenes, visión por computador y el aprendizaje automático. Aunque la literatura en el tema de aplicación de técnicas de reconocimiento automático para el monitoreo de ganado en Colombia no es muy amplia, este proyecto puede ser una oportunidad latente para sembrar una semilla de investigación en este campo.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha evaluado la posibilidad de utilizar aprendizaje profundo para aplicaciones de detección de ganado en campo abierto a partir de fotografías aéreas adquiridas con drones. Se han utilizado redes neuronales convolucionales a partir de arquitectura desarrollada en C y optimizada para cada CUDA denominada *YOLO*, con la que se ha logrado obtener precisiones de predicción del 82%, con niveles de sensibilidad del 75% y media de precisión mAP del 71.51%, lo que indica que es una herramienta prometedora para este tipo de aplicaciones. Pese a que el

estudio ha sido de tipo exploratorio, se presentan elementos suficientes para que este trabajo pueda ser replicado y realizado a una escala mayor y obtener resultados mejores.

En futuros trabajos se propone aumentar el tamaño de la base de datos, incluyendo nuevas imágenes capturadas en diferentes fincas, con distintas horas del día, con diferentes condiciones climáticas, en escenarios completamente independientes, para evitar que los datos de entrenamiento y prueba puedan estar correlacionados; las imágenes deben capturarse siguiendo protocolos de navegación definidos (altura de vuelo y posicionamiento de la cámara). También se propone la utilización de *YOLO V3*, *Fast R-CNN* y redes *SSD (single shot detection)* para realizar análisis comparativo y mejorar las capacidades de detección, manteniendo los valores de velocidad. Finalmente, se propone desarrollar algoritmos para la detección e identificación de animales en grandes manadas, debido a que, cuando los animales están aglomerados, se hace difícil su individualización para aplicaciones de conteo.

5. Referencias

- [1] W. Vergara, “La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia,” *Rev. Cienc. Anim.*, vol. 3, pp. 45–53, 2010.
- [2] R. Caracol, “Hurtan más de 1.000 cabezas de ganado en Caquetá,” *Caracol Radio*, 2017.
- [3] K. H. Vega, “Abigeato, el otro dolor de cabeza de los ganaderos colombianos,” *Altus en Línea*, 2015.
- [4] La Opinión, “Fedegan preocupada por aumento de cifras de robo de ganado,” *La Opinión*, 2017.
- [5] Portafolio, “Se incrementó el robo de ganado en el país,” *Portafolio*, 2013.
- [6] R. El Mundo, “Unaga denunció hurto de ganado en Colombia,” *El Mundo*, 2017.
- [7] I. A. Puetaman and C. M. Báez, “Prototipo de sistema de vigilancia para fincas ganaderas como prevención al abigeato,” *Rev. UNIMAR*, vol. 32, no. 1, pp. 67–81, 2014.
- [8] Z. Kaixuan and H. Dongjian, “Target detection method for moving cows based on background subtraction,” *Int. J. Agric. Biol. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 42–49, 2015.
- [9] B. Sirmacek, M. Wegmann, A. D. P. Cross, J. G.

- C. Hopcraft, P. Reinartz, and S. Dech, “Automatic population counts for improved wildlife management using aerial photography,” in *International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs)*, 2012.
- [10] Y. Xue, T. Wang, and A. K. Skidmore, “Automatic Counting of Large Mammals from Very High Resolution Panchromatic Satellite Imagery,” *Remote Sens.*, vol. 9, no. 9, p. 878, 2017.
- [11] J. C. van Gemert, C. R. Verschoor, P. Mettes, K. Epema, L. P. Koh, and S. Wich, “Nature conservation drones for automatic localization and counting of animals,” in *Workshop at the European Conference on Computer Vision*, 2014, pp. 255–270.
- [12] S. Lhoest, J. Linchant, S. Quevauvillers, C. Vermeulen, and P. Lejeune, “HOW MANY HIPPOS (HOMHIP): Algorithm for automatic counts of animals with infra-red thermal imagery from UAV,” in *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2015, vol. 40, pp. 355–362.
- [13] P. Chamoso, W. Raveane, V. Parra, and A. González, “UAVs applied to the counting and monitoring of animals,” in *Ambient Intelligence-Software and Applications*, Springer, 2014, pp. 71–80.
- [14] E. J. Sadgrove, G. Falzon, D. Miron, and D. Lamb, “Fast object detection in pastoral landscapes using a Colour Feature Extreme Learning Machine,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 139, pp. 204–212, 2017.
- [15] W. Andrew, C. Greatwood, and T. Burghardt, “Visual localisation and individual identification of Holstein Friesian cattle via deep learning,” in *Proc. IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Venice, Italy*, 2017, pp. 22–29.
- [16] S. U. Sharma and D. J. Shah, “A practical animal detection and collision avoidance system using computer vision technique,” *IEEE Access*, vol. 5, pp. 347–358, 2017.
- [17] “DarkLabel1.3 Image Labeling And Annotation Tool,” 2017. [Online]. Available: <https://darkpgmr.tistory.com/16>.
- [18] R. Geirhos, D. H. J. Janssen, H. H. Schütt, J. Rauber, M. Bethge, and F. A. Wichmann, “Comparing deep neural networks against humans: object recognition when the signal gets weaker,” *arXiv Prepr. arXiv1706.06969*, 2017.
- [19] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, “You only look once: Unified, real-time object detection,” in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016, pp. 779–788.
- [20] A. Sachan, “Zero to Hero: Guide to Object Detection using Deep Learning: Faster R-CNN, YOLO, SSD,” *CV-Tricks*, 2018. [Online]. Available: <https://cv-tricks.com/object-detection/faster-r-cnn-yolo-ssd/>. [Accessed: 04-Feb-2019].
- [21] J. Redmon and A. Farhadi, “Yolov3: An incremental improvement,” *arXiv Prepr. arXiv1804.02767*, 2018.
- [22] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLO9000: better, faster, stronger,” in *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2017, pp. 7263–7271.
- [23] J. Redmon, “Darknet: Open source neural networks in c,” *http://pjreddie.com/darknet*, vol. 2016, 2013.
- [24] J. Brownlee, “A Gentle Introduction to Transfer Learning for Deep Learning,” *Machine Learning Mastery*, 2017. [Online]. Available: <https://machinelearningmastery.com/transfer-learning-for-deep-learning/>. [Accessed: 04-Feb-2019].
- [25] J. Deng, W. Dong, R. Socher, L.-J. Li, K. Li, and L. Fei-Fei, “Imagenet: A large-scale hierarchical image database,” in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on*, 2009, pp. 248–255.

Software para autoevaluación de programas académicos en instituciones de educación superior

Software for self-evaluation of educational programs in colleges and universities

Alvaro Hernán Alarcón López¹, José Miguel Llanos Mosquera², Julián Andrés Quimbayo Castro³, Eliana Andrea Londoño Vieda⁴
y Tomas Octavio Rodríguez Herrera⁵

^{1,2,3,4,5} Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA Neiva, Colombia.

*Autor de correspondencia: alvaro.alarcon@corhuila.edu.co

RESUMEN– En la actualidad las instituciones de educación superior en Colombia tienen como uno de sus principales objetivos ser reconocidas por sus altos estándares de calidad, para ello buscan ser certificadas por organismos de regulación mediante la acreditación institucional y de programas académicos. Uno de los procesos a desarrollar para alcanzar esta distinción es la autoevaluación, por medio de esta actividad las instituciones de educación superior efectúan un control interno; esta actividad por lo general se realiza sin el apoyo de software por lo cual se deben destinar una gran cantidad de horas de trabajo de docentes y personal administrativo para la realización de la misma, esta situación puede generar retrasos en la generación del plan de mejoramiento y en la toma de decisiones para solucionar las falencias encontradas. Sin embargo, algunas instituciones de educación superior han optado por implementar software para realizar estos procesos internos, siendo positivo el resultado de esta intervención tecnológica. El presente proyecto se enfocó en el desarrollo de autoevaluación para la Corporación Universitaria del Huila; los requerimientos fueron obtenidos a partir de entrevistas a expertos y de los lineamientos del consejo nacional de acreditación. Para el diseño del software se utilizó el modelo de vistas de arquitectura 4+1 y el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador – MVC. 30 usuarios realizaron pruebas de funcionamiento al software, en estas se pudo constatar un alto grado de satisfacción en cuanto al propósito, rendimiento y usabilidad de la aplicación web.

Palabras clave– Acreditación, aplicaciones web, autoevaluación, calidad, diseño, software.

ABSTRACT– At present, higher education institutions in Colombia have as one of their main objectives to be recognized for their high quality standards, for that purpose they seek to be certified by regulatory bodies through institutional accreditation and academic programs. One of the processes to develop to achieve this distinction is self-evaluation, through this activity higher education institutions make an internal control, this activity is usually done without the support of software so they must allocate a large number of hours of work of teachers and administrative staff to carry it out, this situation can generate delays in the generation of the improvement plan and decision making to solve the shortcomings found. However, some higher education institutions have opted to implement software to carry out these internal processes, the result of this technological intervention being positive. The present project focused on the development of self-evaluation for the Corporación Universitaria del Huila; the requirements were obtained from interviews with experts and from the guidelines of the national accreditation council. For the design of the software, we used the 4+1 architectural views model and the architectural pattern Model View Controller - MVC. The software was tested by 30 users, who were highly satisfied with the purpose, performance and usability of the web application.

Keywords– Accreditation, web applications, autoevaluation, quality, design, software.

1. Introducción

El proceso de autoevaluación de programas de pregrado en instituciones de educación superior en Colombia; consiste en una observación crítica de los procesos internos por parte de estudiantes, docentes, personal administrativo, egresados y sector externo, en busca de generar planes de mejoramiento que posibiliten el mejoramiento continuo [1] [2].

Hoy en día se ha generalizado el uso de aplicaciones web, como apoyo para el desarrollo de este tipo de actividades educativas y administrativas en instituciones de educación superior; situación que ha propiciado mejoras en los procesos realizados al interior de estas.

Como ejemplo de lo descrito, en Colombia algunas universidades han optado por la incorporación de software, como soporte del proceso de autoevaluación con fines de acreditación de sus programas académicos de pregrado [3] [4].

Actualmente la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, desarrolla sus procesos de autoevaluación con fines de acreditación institucional y de programas académicos sin el apoyo de software. Esta situación implica que sea necesario la presencia de personal administrativo y docente para la aplicación de encuestas, la tabulación y el análisis estadístico de las mismas; siendo necesarias varias horas de trabajo para la realización de estas actividades, tiempo que podría ser empleado para la ejecución de otras labores académicas al interior de los programas y facultades de la institución.

Esta dinámica de desarrollo del proceso de autoevaluación implica la inversión de varias horas de trabajo para lograr establecer un plan de mejoramiento; situación que eventualmente podría perjudicar la oportuna toma de decisiones por parte de las directivas de la institución, con el propósito de dar solución a las falencias encontradas.

Por tanto, teniendo en cuenta que la implementación de software en el proceso de autoevaluación en otras instituciones de educación, ha permitido alcanzar una mayor eficiencia en esta actividad de acreditación [5]; se logró establecer la hipótesis que el uso de una aplicación web, podría ayudar a optimizar el desarrollo del mencionado proceso en los programas académicos de CORHUILA.

De esta forma el presente trabajo presenta el desarrollo de un software para gestionar el proceso de autoevaluación con fines de acreditación en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, institución de educación superior ubicada en la ciudad de Neiva departamento del Huila – Colombia.

2. Fundamentación Teórica y Estado del Arte

En primer lugar cabe destacar que para Colombia la acreditación de los programas académicos, es voluntaria para las instituciones de educación superior y tiene el objetivo de que estas sean reconocidas por sus altos niveles de calidad [6].

Además, la autoevaluación es uno de los elementos fundamentales para el proceso de acreditación de una institución de educación superior y sus programas académicos; consiste en la evaluación interna por parte de docentes, administrativos, estudiantes y egresados, con el propósito de determinar las fortalezas, debilidades

y oportunidades de mejora. De esta forma al final del proceso se realiza el diseño y ejecución de un plan de mejoramiento con el propósito de asegurar la calidad de los servicios educativos [7].

Así mismo la calidad de los programas académicos, está relacionada con las condiciones en las cuales funciona una institución de educación superior; está definida por los procesos, los actores, los resultados académicos, la infraestructura y demás situaciones educativas al interior de las universidades [8].

Estas condiciones de alta calidad de programas académicos son definidas y evaluadas por el consejo Nacional de acreditación. Este es un organismo vinculado al Ministerio de Educación Nacional, el cual tiene el propósito de coordinar, planificar, recomendar y asesorar a las instituciones de educación superior colombianas, en temas relacionados con la acreditación de alta calidad [9].

De otro lado en la actualidad el uso de la tecnología ha generado un gran impacto en la sociedad; de tal forma que las empresas, las personas e instituciones han hecho uso de algún tipo software para el desarrollo de sus procesos. Estos por lo general tienen la posibilidad de actualizarse, agregar nuevas funciones y facilitar la realización de las actividades laborales [10]. Algunos tienen funciones específicas para facilitar las operaciones de negocios y la respectiva toma de decisiones en tiempo real [11]. Existen además plataformas para el desarrollo de software IDE, un ejemplo de ellas es ASP.Net, la cual pertenece a Microsoft y permite el desarrollo de aplicaciones web a través de un lenguaje integrado en la .Net framework [12].

Se han desarrollado algunos estudios y proyectos de software, para procesos de autoevaluación y/o acreditación de alta calidad en instituciones de educación superior. Uno de estos fue realizado en la Universidad Libre – seccional Bogotá; la aplicación denominada SAAACI pretendía apoyar el proceso de la acreditación de alta calidad de la institución, ya que permitía obtener los resultados de las autoevaluaciones realizadas, para posteriormente crear del plan de mejoramiento [3].

Otro ejemplo es el software denominado SAP-UdeC v1.0, este se desarrolló en la Universidad de Cartagena como plataforma web para la autoevaluación de programas, con fines de Acreditación o con fines de renovación de registro calificado [4].

En este mismo sentido el software SAEPRO V1.0, fue desarrollado para apoyar el proceso de autoevaluación de programas de pregrado; este contaba

con aplicación web y de escritorio, con el propósito de proporcionar facilidades para la construcción de instrumentos, recolección y procesamiento de información y análisis de resultados. Además, la aplicación Web permitía recolectar la información de los egresados y empleadores, evitando la aplicación de encuestas físicas a los mismos [5]. Sin embargo a nivel regional, en el departamento del Huila no se encontró evidencia documental de desarrollos de software de autoevaluación con fines de acreditación para los programas académicos de las instituciones de educación superior.

3. Metodología

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta dos momentos importantes, uno, la metodología de tipo descriptiva la cual se basa en determinar las características, situaciones, costumbres y actitudes a través de la descripción de procesos, actividades u objetos dentro de una población [13]; dos, la metodología de desarrollo ágil scrum [14] la cual permite por medio de sprint o iteraciones realizar entregas tempranas en un porcentaje mayor o igual a un 80% de funcionalidad según los requerimientos del cliente.

Teniendo en cuenta las dos líneas de trabajo complementario se procede a determinar la muestra de tipo no probabilístico [15], esto quiere decir que dicho proceso no brinda a los individuos de la población iguales condiciones de ser seleccionados, siendo aún más preciso poder establecer características específicas del grupo seleccionado. En el año 2017 se tomó como referencia el 10% de los estudiantes activos matriculados adscritos al programa de ingeniería de sistemas siendo 38 el número de escogidos de un total de 380, para realizar las pruebas al software se tuvo en cuenta que debían tener como criterios de exclusión haber realizado de forma manual la encuesta que se realiza en el proceso de autoevaluación por parte de la Corporación Universitaria del Huila – Corhuila [16].

Por tanto, Se utilizaron dos grupos, uno de ellos fue el de posprueba quienes realizaron las encuestas necesarias derivadas del proceso de autoevaluación de forma manual, el otro corresponde al grupo de control a quienes se les aplicaron las mismas encuestas, pero usando el software desarrollado.

Además, se trabajó con un enfoque cualitativo en la etapa de recolección de información debido a que el propósito fue el de conocer la manera en que los actores

del proceso de autoevaluación experimentan el funcionamiento del programa y establecen sus puntos de vista. Además se usó el enfoque cuantitativo para la obtención de resultados y poner a prueba la hipótesis planteada por medio de una medición numérica y un análisis estadístico [16].

En la investigación se desarrollaron varias fases, dentro de las cuales se encuentran requerimientos, diseño, desarrollo y pruebas enfocadas al software. También se utilizaron las fases de recolección y análisis de la información para la generación de resultados.

3.1 Fase 1: Requisitos

Para el levantamiento de requisitos se utilizó el estándar IEEE 29148-2011 [17] Ingeniería de sistemas y software - Procesos del ciclo de vida --Ingeniería de requisitos. En el documento se definió el alcance del proyecto, los stakeholders del proyecto, los actores, los requisitos funcionales y no funcionales del software de autoevaluación. Los requisitos funcionales más relevantes fueron: Gestión de usuarios, realización de encuestas, generación de ponderación para las características definidas en los factores de acreditación [6] y generación de los reportes. Los requisitos no funcionales se definieron con base a los atributos de calidad de usabilidad, seguridad, y rendimiento.

3.2 Fase 2: Diseño del Software

Para el diseño del software se utilizó el modelo de vistas de arquitectura 4+1 definido por Philippe Kruchten, que consiste en la generación de varios diagramas UML para la documentación del proyecto. Dentro de las vista encontramos la de escenarios donde se generan los diagramas de casos de uso a partir de los requisitos funcionales definidos en la fase 1; la vista lógica donde se generan los diagramas de clases, comunicación y secuencia que se utilizarán en la fase de desarrollo; la vista de procesos donde se generan los diagramas de actividad para identificar los actores y procesos que realizan; la vista de despliegue donde se generan los diagrama de componentes y paquetes para la implementación del software y finalmente la vista física donde se genera el diagrama de despliegue de la solución [18].



Figura 1. Modelo de vistas de arquitectura 4+1 de Philippe Kruchten. Fuente: <https://jarroba.com/modelo-41-vistas-de-kruchten-para-dummies/>

3.3 Fase 3: Desarrollo del Software

Para el desarrollo del Software se definió la metodología Scrum [19], porque permite realizar entregas continuas de las funcionalidades del software al cliente, validar los requisitos y obtener retroalimentación de todas las personas involucradas en el proyecto a medida que se desarrolla el producto [20].

El software se desarrolló con el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador – MVC, que consiste en tres componentes. La Vista se encarga de interactuar con el usuario y enviar las solicitudes que él genera al Controlador para que las gestione con el Modelo. El Modelo se encarga de pasar dichas solicitudes al motor de base de datos y esperar su respuesta para pasárselas al Controlador. Finalmente, el Controlador toma las respuestas generadas por el Modelo y se las pasa a la Vista para que se las presente al usuario a través de un navegador web.

La herramienta de desarrollo utilizada para el software fue Visual Studio, el lenguaje de programación C Sharp y el motor de base de datos SQL Server. Las tecnologías utilizadas fueron bootstrap para la vista; para el controlador y el modelo se utilizó C Sharp con entity framework. Finalmente se implementó y desplegó la aplicación web en el servidor Internet Information Server – IIS.



Figura 2. Página de inicio del software

Fuente propia



Figura 3. Ingreso de usuarios al sistema. Fuente propia

En la figura 2 se presenta el módulo de ingreso de usuarios al sistema.

3.4 Fase 4: Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias al software con la fin de comprobar que las funcionalidades de cada módulo cumplieran con los objetivos propuestos; para ello se aplicaron casos de pruebas, estos se realizaron teniendo en cuenta una secuencia de acciones, pasos y resultados esperados [21]. También se aplicaron pruebas de usabilidad al software, con el fin de determinar la experiencia del usuario al interactuar con la solución para determinar posibles mejoras [22].

3.5 Fase 5: Recolección de Información

En este proceso se manejaron dos etapas, la primera que corresponde a la realización de entrevistas para conocer las impresiones acerca de la funcionalidad y usabilidad del software acorde a la normatividad vigente en el momento.

En la primera etapa se optó por la realización de entrevistas al comité encargado del proceso de acreditación del programa académico de ingeniería de sistemas de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA. Esta actividad se efectuó con el propósito de entender cómo se desarrollan las actividades del proceso de autoevaluación, en el programa académico de ingeniería de sistemas.

En la segunda etapa se realizaron encuestas a estudiantes, esto teniendo en cuenta que solo se le aplicó el instrumento a estudiantes que hubiesen diligenciado las encuestas de forma manual; por tanto los estudiantes seleccionados se encontraron en el rango de tercer a décimo semestre.

3.6 Fase 6: Análisis de Información

El análisis de las entrevistas realizadas permitió generar las siguientes apreciaciones:

- Se determinó que los procesos actuales en el desarrollo de la autoevaluación poseen un alto consumo de tiempo tanto en la aplicación de las encuestas como en los procesos de tabulación y ponderación a estas, que hacen que los directores de programa y docentes involucrados pierdan capacidad productiva en sus diversas actividades diarias.
- Inconvenientes al no tener contacto con todos los actores que intervienen en este proceso en especial los egresados, ya que son una población que requiere mayor seguimiento y contacto constante como garantes del proceso de enseñanza.
- Impacto negativo en el medio ambiente por el alto consumo de papel.

4. Resultados

Se aplicaron encuestas a 30 estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de CORHUILA, los cuales habían realizado pruebas de funcionamiento al software. Las preguntas realizadas se plantearon teniendo en cuenta los criterios establecidos en la ISO 25010 del 2011 [23] y la teoría de calidad de uso del software. Además para medir los resultados se utilizó la escala de Likert, ya que esta permite medir actitudes, por medio de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios y observar la reacción de los sujetos [24].

Algunas de las preguntas evaluadas en la encuesta realizada fueron las siguientes:

¿En qué medida cree usted que el software cumple con el objetivo propuesto?

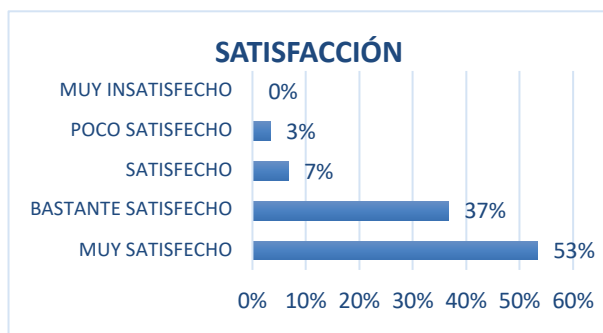


Figura 4. Cumplimiento de objetivo propuesto. Fuente propia

Teniendo en cuenta estos datos podemos inferir que el ítem con mayor porcentaje de respuestas fue muy satisfecho que corresponde a un porcentaje del 53%, por tanto el software logra el objetivo propuesto y cumple con las expectativas del usuario, además el porcentaje de encuestados insatisfechos es muy bajo e inferior al 10% del total de alumnos. Lo anterior indica según la gran mayoría de estudiantes (97%), que el software es apropiado para desarrollar el proceso de autoevaluación en el programa de Ingeniería de Sistemas.

¿Cuál es su nivel de satisfacción respecto al rendimiento del software?

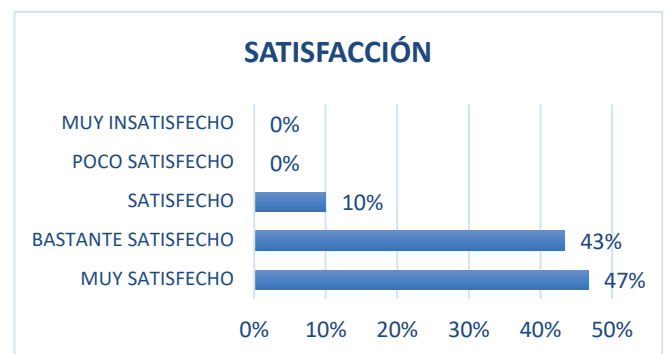


Figura 5. Rendimiento del software. Fuente propia

En este ítem se puede observar, que de los 30 estudiantes encuestados, 3 de ellos (10%) indican que se encuentran satisfechos respecto al rendimiento del software, 13 alumnos (43%) afirman que están bastante satisfechos, 14 educandos (47%) están muy satisfechos. Por tanto, podemos inferir que el 90% de encuestados se encuentran bastante satisfechos y muy satisfechos respecto al rendimiento del software, ya que se encuentran ubicados dentro de las alternativas que presentan mayor valor, además no se presentaron respuestas en las alternativas de menor valor en este caso poco satisfecho y muy insatisfecho. De los datos anteriores se puede concluir que el total de los encuestados piensa que el software presenta un rendimiento adecuado para desarrollar actividades de autoevaluación.

¿Indique el nivel de facilidad con el que puede conocer de forma rápida y clara que acciones realizar en la aplicación?

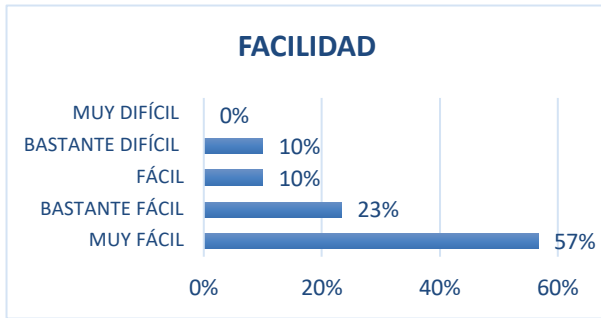


Figura 6. Uso de la aplicación. Fuente propia

De los 30 encuestados, 3 personas (10%) indican que es bastante difícil conocer de forma rápida y clara que acciones realizar en la aplicación, 3 personas (10%) que es fácil, 7 personas (23%) que es bastante fácil y 17 personas (57%) que es muy fácil. Respecto a lo anterior el ítem que predomina es muy fácil, superando en un 50% a los demás ítem, por tanto en su gran mayoría la población encuestada considera que es muy fácil conocer de forma rápida y clara que acciones realizar en la aplicación, por tanto se infiere que el software cumple con su objetivo. De los datos anteriores se debe tener en cuenta que para un 10% de la población encuestada, la aplicación presenta problemas de usabilidad, por tanto se deben realizar ajustes, con el propósito de poder realizar la implementación de esta.

5. Conclusiones

Como resultado de la investigación se concluye que es de gran utilidad contar con un software para realizar los procesos de autoevaluación de la Corporación Universitaria del Huila-Corhuila, esto teniendo en cuenta los resultados favorables de las encuestas realizadas.

Los requisitos funcionales y no funcionales fueron la base del desarrollo del software, ya que a partir de ellos se establecieron las respectivas funcionalidades de cada módulo de este.

De acuerdo con la revisión realizada se pudo comprobar que no se ha realizado ninguna investigación respecto a este tipo de software en el departamento del Huila, por tanto se está generando un aporte a nivel regional, esto en cuanto al desarrollo de esta investigación y del software para apoyar el proceso de autoevaluación con fines de acreditación de los programas académicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la aplicación de las 30 encuestas realizadas respecto a las 11 preguntas formuladas, se evidencia que los

encuestados se encuentran muy satisfechos respecto al software y su utilidad.

Otra de las contribuciones que se presentan con el software es facilitar el proceso de ponderación, y generación de reportes, que es esencial para los encargados del proceso de acreditación de los programas académicos.

Para la realización de las pruebas unitarias se realizaron casos de prueba, estos están asociados a los casos de uso y a su vez a los requerimientos funcionales y no funcionales, en estos casos de prueba se detallaron paso a paso las funcionalidades y los resultados esperados, esto con la finalidad de verificar que el software cumpla la funcionalidad prevista en cada módulo.

6. Agradecimiento

“El desarrollo de este trabajo fue financiado por la Corporación Universitaria del Huila -CORHUILA”.

7. Referencias

- [1] Universidad de San Buenaventura, “Guía para la Autoevaluación de Programas Académicos.” Cali, p. 72, 2016.
- [2] Universidad de Cartagena, “Modelo de autoevaluación de programas.” Cartagena, p. 119, 2012.
- [3] M. Andrea, C. Villalba, J. Andres, and H. Gonzalez, “Sistema de apoyo de acreditación de alta calidad institucional SAAACI para la universidad libre – seccional Bogotá,” 2012.
- [4] M. E. Monroy Ríos, E. M. Gómez Bustamante, O. J. Ballesteros Pacheco, and A. Gonzales Villamizar, “Sap Udec sistema de autoevaluación de programas.” Universidad de Cartagena, Cartagena, 2013.
- [5] A. Cabarcas Alvarez, D. De las Aguas Ramirez, and R. A. Mendoza Garrido, “SAEPRO v1.0: Software de Autoevaluación de Programas. Una experiencia exitosa de transferencia de tecnología en Instituciones de Educación Superior,” vol. 5, no. 1, 2009.
- [6] D. M. Ramírez *et al.*, “Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado,” Consejo Nacional de acreditación, 2013.
- [7] A. Campo *et al.*, “GUIA DE PROCEDIMIENTO -CNA 03- CUARTA EDICIÓN,” 2006.

- [8] “Acreditación de programas pregrado - CNA,” 2018. [Online]. Available: <https://www.cna.gov.co/1741/article-186377.html>. [Accessed: 24-Apr-2018].
- [9] “Consejo Nacional de Acreditación - CNA.” [Online]. Available: <https://www.cna.gov.co/1741/article-186382.html>. [Accessed: 24-Apr-2018].
- [10] Toriello Nájera Álvaro, “Importancia de la Tecnología Computacional en las Organizaciones Empresariales para la Toma de Decisiones,” Atlantic international university school of business and economics, 2007.
- [11] R. S and Pressman, *Ingeniería del software un enfoque Práctico*, Séptima. Mexico, 2010.
- [12] A. Arias, *Aprende a programar ASP.NET y C#*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015.
- [13] V. Gauchi Risso, “Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información,” *Rev. española Doc. Científica*, vol. 40, no. 2, p. 175, 2017.
- [14] G. C. Ng, “A Study of an Agile Methodology with Scrum Approach to the Filipino Company-Sponsored I.T. Capstone Program,” *Int. J. Comput. Sci. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 68–88.
- [15] T. Otzen and C. Manterola, “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study,” 2017.
- [16] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *metodología de la investigación*, McGRAW-HILL. 2014.
- [17] IEEE, “IEEE 29148-2011 - ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering,” *IEEE*, 2011. [Online]. Available: <https://standards.ieee.org/standard/29148-2011.html>. [Accessed: 18-Jul-2019].
- [18] P. Kruchten, “Planos Arquitectónicos: El Modelo de ‘4+1’ Vistas de la Arquitectura del Software *,” *IEEE Softw.*, vol. 12, 1995.
- [19] T. Dimes and M. Jimenez, *Conceptos Básicos De Scrum : Desarrollo De Software Agile Y Manejo De Proyectos Agile*. 2015.
- [20] A. N. Cadavid, J. D. Fernández Martínez, and J. Morales Vélez, “Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software A review of agile methodologies for software development,” *Prospect*, vol. 11, pp. 30–39, 2013.
- [21] J. L. Aristegui, “Test cases in software test los casos de prueba en la prueba del software,” *Rev. Digit. Lámpsakos*, vol. 3, pp. 27–34, 2010.
- [22] G. A. García Mireles *et al.*, “Prácticas dirigidas a la mejora de la usabilidad del software políticas de ciencia y tecnología,” *Epistemos*, vol. 16, pp. 64–71, 2014.
- [23] ISO/IEC, “ISO/IEC 25010:2011(en), Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models,” *ISO/IEC*, 2011. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>. [Accessed: 18-Jul-2019].
- [24] F. G. Ortiz Uribe, *Diccionario de metodología de la investigación científica*. Limusa, Noriega, 2003.

Desarrollo de una aplicación web de seguimiento y deserción para los estudiantes de la corporación universitaria del Huila – CORHUILA

Development of a web application of monitoring and desertion for the students of the university corporation of Huila – CORHUILA

Julián Andrés Quimbayo Castro ^{1*}, José Miguel Llanos Mosquera ¹, Álvaro Hernán Alarcón López ¹, Santiago Borrero Suarez ¹

¹ Facultad de Ingeniería, Ingeniero de Sistemas, Corporación Universitaria del Huila – Corhuila, Colombia

*Autor de correspondencia: julian.quimbayo@corhuila.edu.co

RESUMEN— La eficiencia del sistema de educación superior ha venido sufriendo cambios desde la última década, factores como la deserción se ha vuelto un proceso complejo y difícil de administrar con el fin de mantener a los estudiantes en diversos programas académicos buscando que no desistan de su futuro profesional. Según estudios que se practicaron a 1207 jóvenes de España por parte de Cambridge University Press, el 75 por ciento de la fuerza laboral para el 2025 serán los jóvenes entre 16-24 años. Esto supone que es necesario adoptar estrategias que permitan realizar un seguimiento oportuno antes de que el estudiante renuncie a sus aspiraciones, identificando factores claves socio- económicos, demográficos, psicográficos y de proceso de aprendizaje. Lo cual conlleva a pensar, ¿Cómo disminuir los índices de deserción en los estudiantes de los diversos programas académicos de la Corporación Universitaria del Huila - Corhuila? El desarrollo de esta aplicación web en su fase inicial permitirá recopilar datos básicos y avanzados de uso de los directores de programa, docentes y personal de bienestar universitario para tener una referencia del impacto de la educación que semestre a semestre se imparte, generando diversas formas de atender los casos particulares obteniendo líneas de trabajo dedicadas a la calidad educativa con base en el estándar SPADIES del ministerio de educación nacional.

Palabras clave— Deserción – Seguimiento – Estudiantes – aplicaciones web – calidad educativa.

ABSTRACT— The efficiency of the higher education system has been undergoing changes since the last decade, factors such as desertion have become a complex and difficult process to manage in order to keep students in various academic programs looking for their future professional. According to studies conducted on 1207 young people in Spain by Cambridge University Press, 75 percent of the workforce by 2025 will be young people between 16-24 years. This means that it is necessary to adopt strategies that allow for timely follow-up before the student renounces their aspirations, identifying key socio-economic, demographic, psychographic and learning process factors. Which leads to think, how to decrease the dropout rates in students of the various academic programs of the University Corporation of Huila - Corhuila? The development of this web application in its initial phase will allow the collection of basic and advanced data for the use of program directors, teachers and university welfare staff to have a reference of the impact of education that semester is taught, generating different forms of attend the particular cases obtaining lines of work dedicated to educational quality based on the SPADIES standard of the national education ministry.

Keywords— Dropout - Tracking - Students - web applications - educational quality.

1. Introducción

Uno de los problemas más relevantes del sistema de educación superior colombiano son los altos niveles de deserción en el pregrado. Si bien la cobertura va en aumento con el paso de los años aún se sigue manteniendo un índice negativo de gran preocupación. Según el informe sobre la educación superior presentado por el ministerio de educación colombiano en julio de 2017[1] la tasa de deserción universitaria viene incrementando en un 48,8%, países como Panamá y Estados Unidos cuentan con un 30% y 52% respectivamente, y un gran ejemplo de Japón con un 10%, dicha comparación muestra como es necesario replantear

las políticas de acompañamiento de cara a fomentar la calidad, pertinencia y cobertura, desde el punto de vista financiero, social, contenidos curriculares, bienestar universitario, entre otros.

De igual forma, se tiene claro que muchos de los aspectos que son causas de la deserción, no exigen el mismo trato, ya que cada caso es especial y la intervención debe ser precisa siendo la mayor dificultad que se presenta. Por tal motivo dicho tópico amerita su seguimiento, medición, educación y control que permita hacer procesos de autoevaluación para los programas, cuerpo docente y administrativo que inciden de manera directa en la retención estudiantil[2].

Debido a esta situación es necesario como familia académica y con carácter obligatorio establecer mecanismos, herramientas tecnológicas y compromisos que cierren la brecha a favor de la permanencia[3]. Se ha logrado con el paso de los años identificar tres aspectos fundamentales, el primero es controlar la deserción ya que de nada servirá a futuro matricular más si no se contribuye a la sociedad, segundo las pérdidas económicas para las instituciones, familias y el individuo son muy altas, y finalmente es urgente fomentar el debate que permite gestionar el conocimiento en materia de deserción ya que es muy escaso y esto logrará abrir caminos de mejora continua en los diversos procesos académico-administrativos desde la consecución de prospectos, inscripción, matrícula, formación y graduación del futuro profesional.

Según el informe sobre la educación superior en américa latina y el caribe dentro del periodo 2000-2005[4], américa latina evidenció unas cifras desalentadoras ya que teniendo en cuenta 10 países (bolivia, chile, colombia, costa rica, méxico, panamá, paraguay, república dominicana y venezuela), según Barrero [5], alrededor del 17,9% de la población involucrada hasta 25 años en formación superior no ha terminado sus estudios. Siendo de mayor impacto en hombres con un 9,1 % y en mujeres de un 8,8%, esto presenta un margen corto entre géneros, pero de igual preponderancia sobre todo cuando los fenómenos de deserción escolar vienen encadenados ya que se ha confirmado por medio de muchas investigaciones que en muchos casos finalizan con el abandono del estudio; es decir, si se desea buscar la transformación o la generación de nuevas ideas de captación de talento, según el documento de la educación superior privada en américa latina y el caribe [6], los prospectos ideales para cada carrera, son un fenómeno mundial masivo en educación superior donde por lo general se asocia a la eficiencia del sistema o como se conoce la política de gobernanza de las instituciones.

El éxito y reto de las instituciones de educación superior, depende del acercamiento y continua retroalimentación de los procesos misionales en los cuales la transferencia de conocimiento[7] sea la llave que determine el interés general por la participación activa en el ámbito laboral, de emprendimiento y social de toda la comunidad académica. Hoy en día la dinámica de la educación presenta un paradigma colaborativo y

creador que enfatiza en la integración de los estudiantes, docentes y egresados. La competencia por la matrícula es feroz y el escrutinio de los resultados de los estudiantes es intenso. Preservar la atención por parte de sus egresados y simpatizantes en un mundo de intereses en competencia es una necesidad que se complica día a día.

Es por esto que, la creación del sistema para la prevención de la deserción en las instituciones de educación superior -spadies ha contribuido a organizar la información de variables socioeconómicas y académicas (genero, estrato, nivel de formación de la madre, cantidad de personas en el hogar, periodo de graduación del colegio, resultados del icfes, entre otros) de los estudiante de las principales universidades del país en todos los periodos a través de los últimos 10 años, según el reporte sobre deserción y graduación[1] del año 2016 entre el año 2015 y 2016 se ha visto una mejoría donde la tasa de graduación para el año 2016 por área de conocimiento y nivel de formación se focaliza en un 45.25% de ciencias de la salud, ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines con 39.72% y algunas de las más bajas son agronomía, veterinaria y afines con 28.84% y matemáticas y ciencias naturales con 27.28%.

Así pues, el sistema spadies permite conocer cuáles son las variables de decisión identificadas, y se ratifica la importancia en la toma de decisiones para generar estrategias de permanencia y captación de nuevos prospectos estudiantiles. Estas variables se consolidan como el primer insumo para la creación de la plataforma web que coadyuve a los procesos de seguimiento estudiantil en su fase inicial, el cual está orientado a la identificación de la pertinencia de dichas variables frente a esta problemática (tasa de deserción y tasa de graduación bianual)[8], dicho estándar spadies centraliza la información proveniente de las diversas fuentes del sector que tienen gran preponderancia para que un estudiante permanezca o no dentro de su proyecto de vida universitaria.



Figura 1. Proceso spadies.

Es por esto que se ratifica la importancia del software en fase inicial y a la medida porque actualmente la institución en proceso de acreditación, autoevaluación y de expansión busca dar un mejor acompañamiento a la comunidad académica en cuanto a su procesos misionales e identificar los aspectos de relevancia para evitar la deserción temprana y de igual forma cumplir con el compromiso con la región del huila, como primera universidad privada del departamento está comprometida a brindar profesionales íntegros acordes a las apuesta productivas de la región y del país.

El presente artículo presenta los resultados obtenidos del proceso de recolección de información sobre las variables tenidas en cuenta según la comunidad educativa y con base en la experiencia de otras universidades se focaliza los factores relevantes en el desarrollo del software. De igual forma, se presenta paso a paso los elementos para este propósito con la siguiente estructura del artículo: Sección 1 Introducción, Sección 2 Materiales y Métodos, Sección 3 los resultados obtenidos, Sección 4 Conclusiones.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación se puede definir como no experimental (pues en ningún momento se realizó intervención alguna en los sujetos o lugares de estudio); transversal (ya que se la información recolectada corresponde a un momento preciso en el tiempo) y descriptiva (pues tiene como objetivo precisar las características de un grupo dentro de una población).

2.1. Procedimiento para determinar la muestra

Para este proyecto se utilizará una muestra probabilística. Aquí el procedimiento permite seleccionar al azar un pequeño grupo de personas representativas de una población existente y predecir que todas las respuestas juntas coincidirán con la opinión general. De acuerdo con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = desviación estándar de la población

Z_{α} = nivel de confianza.

p*q = varianza de proporción

d = límite aceptable de error muestral.

Se identificaron las siguientes fases dentro del proceso de investigación:

Fase 1: Determinación de la muestra objeto de estudio

Total del Universo: 1000 Estudiantes activos de los programas de ingeniería industrial, ambiental, sistemas y mecatrónica en el año 2018, semestre a y b.

Nivel de confiabilidad: 95%.

Margen de error: 5%.

Total muestra: 278 estudiantes.

Fase 2: Diseño de Instrumentos

Diseño de instrumentos: 3 entrevistas, 1 encuesta y 2 actas de conclusiones de entrevistas. Cabe resaltar que las encuestas fueron aplicadas en el mes de febrero de 2018 en inmediaciones de la sede prado alto de la corporación universitaria del huila – corhuila.

Fase 3: visita a universidad de los andes software ellucian y consejería académica

Entrevista aplicada a la Dra. Cielo katerine oviedo, Dirección de servicios de información y tecnología (DSIT). Dra. Angela maría patiño gómez. Jefe de consejería. Universidad de los andes - colombia.

Fase 4: aplicación de instrumentos y análisis

Tabulación y análisis de los datos recopilados por medio del instrumento de encuesta.

Fase 5: variables de decisión definidas

Según el estándar spadies se determinaron las siguientes variables más preponderantes para el desarrollo del software y con base en la información recopilada con los instrumentos.

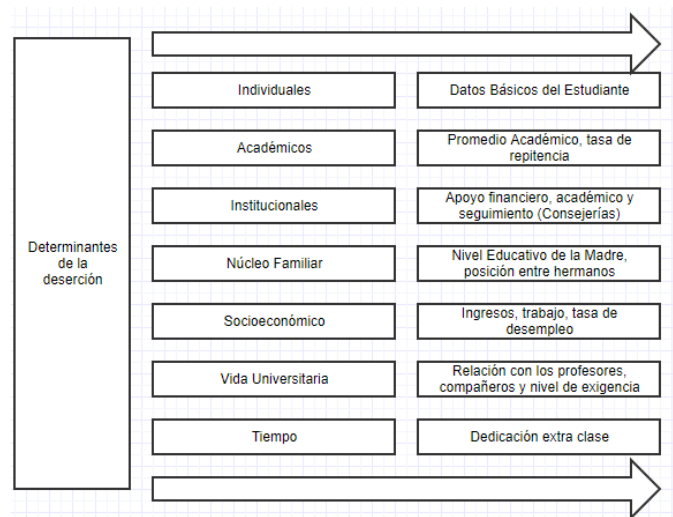


Figura 2. Variables de decisión.

Fase 6: determinación de la arquitectura de la aplicación web

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el motor de base de datos Postgresql 9.5, Entorno de desarrollo integrado IDE NetBeans 8.1 con el JDK 7, se utilizó el patrón arquitectónico MVC orientado a objetos en compañía de la librería Primefaces 9.4., así mismo se integra la librería JasperReports para realizar los reportes en formato pdf para generar la toma de decisiones de los directores de programa.

Fase 7: prototipo spacor versión beta

Actualmente se está desarrollando un prototipo base para la medición de las variables de decisión más determinantes en la deserción con base en el sistema para la prevención de la deserción en las instituciones de educación superior- spadies del ministerio de educación colombiano.

3. Resultados

Al ejecutar los instrumentos se pensó en identificar los factores más relevantes en materia de deserción, según la jefe de consejería de la universidad de los andes, la cual señala la importancia de las variables de decisión focalizadas en el spadies y recalca el acompañamiento por parte del cuerpo docente en sus asesorías, tutorías y consejerías extra-clase para detectar otros factores particulares de la formación actual. Esto le determina a la corporación universitaria del huila – Corhuila conocer de la mano de la muestra escogida los siguientes aspectos:

El rango de edades de la muestra encuestada corresponde en su mayoría a estudiantes entre los 19 – 25 años, equivalente a un 77% de la comunidad encuestada.

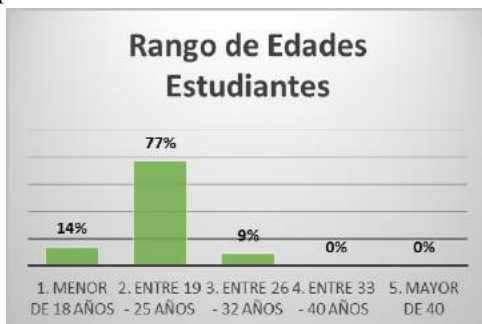


Figura 3. Edades de los estudiantes.

El porcentaje más alto de estudiantes dentro de esta muestra pertenece a un 66% de hombres y un restante de 33% Mujeres.

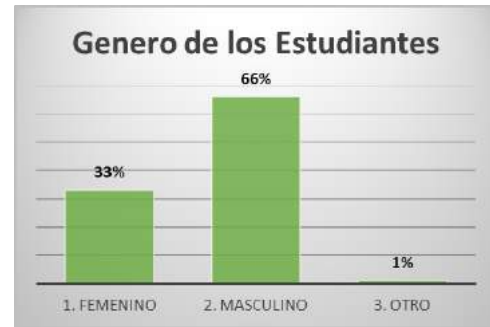


Figura 4. Género de estudiantes.

Dentro de esta muestra los estudiantes entre 19-25 años consideran que su desempeño es regular con un porcentaje de 12%, lo cual indica que por cada 100 estudiantes hay 12 que no consideran tener buen rendimiento.



Figura 5. Desempeño estudiantil.

Existe un 34% de estos estudiantes encuestados que consideran muy pesada la vida universitaria actual, lo cual indica que por cada 100 estudiantes 34 están posiblemente agotados de su jornada académica.



Figura 6. Vida universitaria.

Por otro lado, un 69% considera de un nivel alto las diversas actividades, trabajos e investigaciones que los docentes a cargo solicitan a sus estudiantes.



Figura 7. Trabajos e investigaciones.

Dentro de las variables relevantes a la hora de desertar del proceso formativo la más común dentro de los estudiantes es la cuestión financiera, muchos de ellos realizan prestamos a entidades financieras de la región o con el programa de la universidad en conjunto con el icetex.

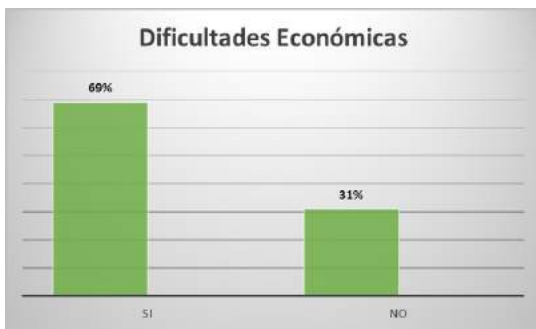


Figura 8. Factor económico.

Un 45% de los estudiantes podría desertar por falta de motivación dentro de la carrera.



Figura 9. Motivaciones estudiantes.

Una de las principales causas de la deserción en los diversos programas es el cambio de ciudad por cuestiones familiares, traslado de trabajo o enfermedad.

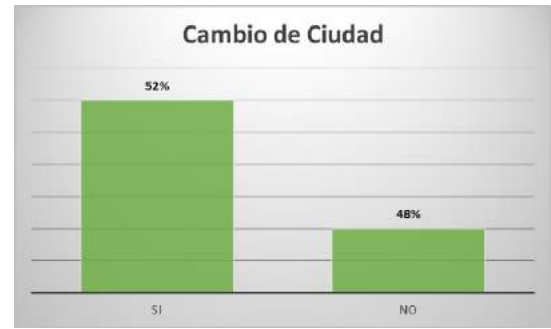


Figura 10. Cambio de ciudad.

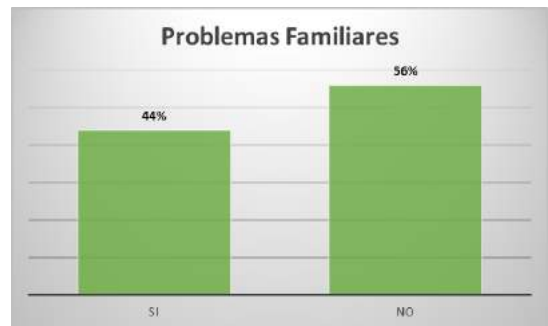


Figura 11. Inconvenientes.

Teniendo en cuenta este levantamiento de información primaria se procede a crear el modelo físico de la base de datos para el almacenamiento y algunos casos de uso para entender los requerimientos del software, para su posterior cargue de la información con el fin de comenzar a realizar un análisis y cruce de variables pertinentes.

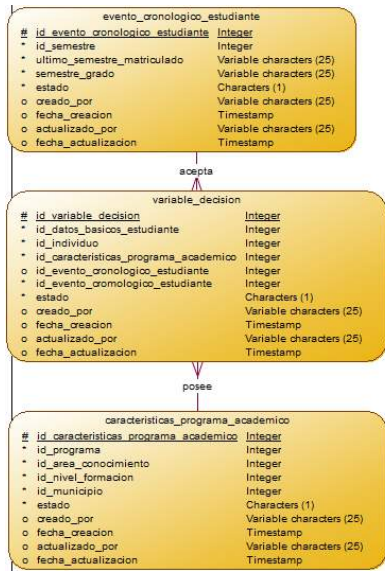


Figura 12. Tablas iniciales creadas.

Finalmente se genera la interfaz gráfica y conectividad para el cargue inicial de los datos importantes de Spacor.



Figura 15. Plataforma spacor beta.

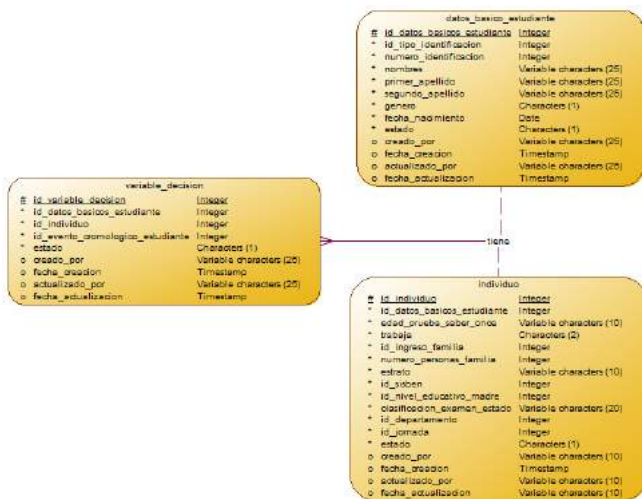


Figura 13. Tablas iniciales creadas.

4. Resultados

La tendencia está dada a que los problemas familiares[9], enfermedades, traslados, situación económica precaria son los factores más comunes de deserción estudiantil. Por otro lado, es necesario por parte de los docentes y personal administrativo estar en constante evolución buscando un ajuste al cambio ya que los estudiantes no son iguales a los de años atrás. La reflexión comienza en el uso de las asesorías fuera[10] y extra clase ya que han hecho que se consolide más el interés por la carrera escogida. Cabe resaltar según la aplicación de los instrumentos de entrevista aplicados, se encontró que los aspectos delicados de la deserción vienen relacionados con la capacidad financiera, el género, la ubicación de la vivienda y la motivación en la universidad por parte de los docentes para reafirmar el interés por la carrera. Teniendo en cuenta estos indicadores se procede a determinar las variables de aplicación a la comunidad corhuila las cuales son:

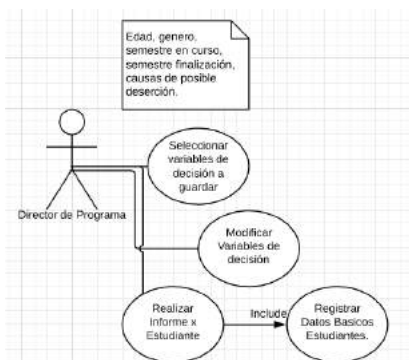


Figura 14. Caso de uso variables de decisión.

Datos básicos del estudiante, programa académico, metodología del programa, nivel de formación, origen de la institución, semestre actual, semestre de grado, ingreso de familia, nivel educativo madre, nivel de sisben, área de conocimiento, jornada académica

Esto posibilitó alimentar la creación de la base de datos con el fin de iniciar la aplicación web llamada spacor, la cual se alimentará con los datos actuales de todos los estudiantes de corhuila, donde va a proveer reportes que permitan la generación de estrategias de retención por parte del director y/o directora de cada programa académico en aras de disminuir la tasa de deserción, así mismo, se pretende mantener un histórico para fomentar la trazabilidad del proceso de seguimiento y deserción. De igual manera, será un insumo de mejora continua en el marco de la hoja de ruta para la certificación de alta calidad. Así pues, la deserción estudiantil no está siendo considerada de manera eficiente en el argot del trabajo para suplir las vacantes de empleo y futuros emprendimientos en las áreas de ingeniería objeto de estudio, es por esto que dichos resultados han permitido identificar los factores propios del devenir académico con el fin de buscar en materia de permanencia[11] el enfoque en tres factores de conocimiento identificados los cuales son el abc de las reformas educativas las cuales son:

- Reconocer el valor del nivel de aprendizaje, así es más fácil de medir. Orientando las políticas de manera coherente con las problemáticas académicas.
- Utilizar las evidencias en el diseño de las políticas para que estén al servicio de los estudiantes, orientadas a innovar y a la practicidad.
- Alinear a toda la comunidad académica en torno al aprendizaje. Reduciendo las brechas de la política y la ejecución de procesos administrativos y académicos.

Así pues, el uso de las herramientas tecnológicas en coalición con las estrategias[12] de colaboración, seguimiento y mitigación de la deserción por medio de variables de decisión reales permiten generar un histórico de cada programa, para emitir decisiones coherentes de retención estudiantil garantizando el cumplimiento de la meta con la sociedad y el individuo que es entregar un

profesional capacitado. Afianzando la brecha entre el ingreso del estudiante, la calidad del aprendizaje y el contexto de la enseñanza[13]. Spacor en su primera fase de desarrollo desea mantener los datos relevantes para conocer el perfil del posible desertor para en estudios posteriores lograr hacer la incursión de inteligencia artificial para tomar decisiones a la medida de cada caso en especial.

Agradecemos también a nuestras colaboradoras Cielo katerine Oviedo y Angela maría patiño gómez, por su valioso aporte desde el manejo de los índices de deserción hasta tips de mejora continua en consejería a estudiantes en la universidad de los andes – colombia.

5. Referencias

- [1] MEN, “Reporte Sobre Deserción y Graduación en Educación Superior,” vol. 57, no. 57, pp. 1–4, 2017.
- [2] G. Crosling, “Encyclopedia of International Higher Education Systems and Institutions,” *Encycl. Int. High. Educ. Syst. Institutions*, no. January, 2019.
- [3] L. Studies, A. International, and A. Centre, “A Review of the Contemporary International Literature on Student Retention in Higher Education,” *Int. J. Educ. Lit. Stud.*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [4] UNESCO and IESALC, *Informe sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe 2000-2005*. 2006.
- [5] F. Barrero Rivera, “Investigación en deserción estudiantil universitaria: educación, cultura y significados,” *Rev. Educ. y Desarro. Soc.*, vol. 9, no. 2, pp. 86–101, 2018.
- [6] C. Rama, *La universidad privada en América Latina y el Caribe*. 2017.
- [7] S. Naranjo, D. L. González Hernández, and J. Rodríguez, “El reto de la gestión del conocimiento en las instituciones de educación superior colombianas,” *Folios*, vol. 1, no. 44, pp. 151–164, 2016.
- [8] Ministerio de Educación Nacional-MEN, “Modelo de indicadores del desempeño de la educación-MIDE,” vol. 1, p. 1, 2018.
- [9] J. C. Peña, V. Soto, and U. Calderon, “La influencia de la familia en la deserción escolar,”

Rev. Mex. Investig. Educ., vol. 21, no. 70, pp. 881–899, 2016.

- [10] R. J. Martelo, K. Herrera, and N. Villabona, “Estrategias para disminuir la deserción universitaria mediante series de tiempo y multipol,” 2017.
- [11] J. Urbina and G. Ovalles, “Abandono y permanencia en la educación superior: Una aplicación de la Teoría Fundamentada,” *Sophia*, vol. 12, no. 1, pp. 27–37, 2016.
- [12] C. Vasco, C. Cardona, D. Caro, M. F. Molano, M. Pinzón, and S. C. Gómez, *Estrategias para la permanencia en educación superior: experiencias significativas*. 2015.
- [13] G. Crosling, “Improving Student Retention in Higher Education,” *Improv. Student Retent. High. Educ.*, vol. 51, no. 2, 2014.

Conceptualización de territorios inteligentes: Una aproximación desde el enfoque socio-técnico.

Conceptualizing smart territories: A socio-technical approach.

Gina Paola Maestre-Góngora ^{1*}, Ramón Fernando Colmenares-Quintero ¹, Kim Stansfield ², Hernán Astudillo³

¹ Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.

² Warwick University, Reino Unido.

³ Departamento del Informática, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

*Autor de correspondencia: gina.maestre@campusucc.edu.co

RESUMEN– El concepto de territorios inteligentes ha ido emergiendo en la literatura por la necesidad de extender las premisas de las ciudades inteligentes a entornos rurales o de enfoque regional. Este trabajo hace una conceptualización de territorios inteligentes desde un enfoque socio-técnico, a partir de la revisión de literatura del concepto de ciudad inteligente, donde se identifican tanto componentes tecnológicos (conectividad, analítica, instrumentación y aplicaciones) como contextuales (institucionalización, especialización inteligente e innovación), como parte esencial para el desarrollo de estas iniciativas. Se expone una arquitectura genérica con los componentes expuestos y se definen algunas estrategias para la dinamización de territorios inteligentes a partir de los componentes propuestos.

Palabras clave– Territorio Inteligente, Ciudad Inteligente, Enfoque Socio-técnico, Industria 4.0, Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS

ABSTRACT– The concept of smart territories has been emerging in literature because of the need to extend the premises of smart cities to rural environments or regional focus. This work makes a conceptualization of smart territories from a socio-technical approach, starting from the revision of the literature of the concept of intelligent city, where both technological components (connectivity, analytics, instrumentation and applications) and contextual components (institutionalization, intelligent specialization and innovation) are identified as an essential part for the development of these initiatives. A generic architecture is exposed with the exposed components and some strategies are defined for the intelligent territories from the proposed components.

Keywords– Smart Territory, Smart City, socio-technical approach, Industry 4.0, Sustainable Development Goals, SDG

1. Introducción

El concepto de desarrollo regional se basa en los principios de la planificación, que implican un crecimiento inteligente y un desarrollo sostenible. En la mayoría de los casos, un territorio inteligente se entiende como un territorio sostenible y eficiente [1] que proporciona desde el uso de tecnologías de información y tecnologías emergentes una alta calidad de vida a sus habitantes a través de una gestión óptima de sus recursos y de la toma de decisiones soportadas en el conocimiento desde la dinámica del territorio mismo.

El desarrollo de territorios inteligentes, involucra una diversidad de variables desde diversos ámbitos desde lo político, económico, de infraestructura, social y tecnológico. La política de infraestructuras, el

crecimiento o el uso sostenible de la tierra y los recursos energéticos son decisiones que deben planificarse para establecer prioridades que permitan optimizar estos procesos. Ahora que están apareciendo en todo el mundo numerosos protocolos para desarrollar estos procesos dentro de las ciudades (las llamadas "ciudades inteligentes"). El verdadero reto para el futuro es dar el salto de la escala urbana a la regional y desplegar estas políticas de manera integrada, en los denominados "territorios inteligentes" [2] a través de la planificación estratégica de los mismos para que sean viables y sostenibles a mediano y largo plazo.

Este artículo identifica los factores claves para la planificación de territorios inteligentes desde la perspectiva de sistemas sociotécnicos, donde la cooperación entre actores tecnológicos, institucionales y

sociales, es un elemento esencial en la construcción del capital sociotécnico necesario para realizar los objetivos de una ciudad y un territorio inteligente. En efecto, la ciudad y el territorio inteligente dan lugar a un verdadero sistema sociotécnico en el que se combinan -mediante la tecnología- elementos funcionales, culturales y relacionales [3]

2. Marco Teórico

El concepto de territorio inteligente es relativamente nuevo en su formalización desde la literatura. Podemos afirmar que es una evolución más amplia del concepto de ciudad inteligente. Al hacer una búsqueda en Scopus sobre literatura al comparar los dos conceptos se evidencia que al usar la cadena de búsqueda básica SMART AND CITY en los campos de Título, Abstract y palabras claves obtenemos 20.155 documentos. Al refinar las búsquedas usando las cadenas de búsqueda con la frase exacta “SMART CITY” y otra para “SMART TERRITORY” con el fin de obtener documento que aborden directamente el tema se obtienen respectivamente: 13.968 documentos y 31 documentos.

El interés creciente y reciente en el concepto muestra como la evolución del termino busca expandir el concepto de la “inteligencia de la ciudad” a entornos que nos son precisamente urbanos, pero que sus principios pueden ser aplicados a territorios rurales o de naturaleza regional donde a través de la gestión de tecnologías de información (TI) y la especialización inteligente del territorio, se pueden generar impactos para la sostenibilidad y la calidad de vida de sus habitantes.

Teniendo en cuenta lo anterior se exploran los antecedentes del concepto desde ciudades inteligentes para luego extrapolar este a un concepto de territorio inteligente. A continuación, se exponen algunas de las definiciones para luego hacer una síntesis de los aspectos y características presentes en el conjunto de conceptos presentados [3].

Tabla 1. Concepto de Ciudad Inteligente.

Aut or	Concepto
[4]	Tendencia libre que emerge del uso diario de los dispositivos inteligentes y digitales de los ciudadanos, y que incita a los gobiernos locales para suministrar servicios electrónicos, es decir, para transformar gradualmente a la ciudad.
[5]	Combinación cada vez más eficaz de las redes digitales de telecomunicaciones la inteligencia integrada de forma ubicua, sensores y etiquetas y el software.
[6]	Inversiones en capital humano, en capital social y en las tradicionales (transporte) y modernas (TIC) infraestructuras de comunicación son el combustible sostenible del crecimiento económico y de una alta calidad de vida, con una inteligente gestión de los recursos naturales a través de la gestión participativa.
[7]	Combina las TIC y la tecnología Web 2.0 con otros esfuerzos de organización, diseño y planificación de desmaterializarse y acelerar los procesos burocráticos y ayudar a identificar nuevas e innovadoras soluciones a la complejidad de gestión de la ciudad.
[8]	Se basa implícitamente en el papel de Internet y la Web 2.0 como posibles facilitadores de la creación de bienestar urbano a través de la participación social, para afrontar retos sociales, como la eficiencia energética, el medio ambiente y la salud

Fuente: Elaboración Propia.

De manera general podemos asumir que una ciudad inteligente es así misma un territorio caracterizado por el uso intensivo de las tecnologías, principalmente de información y comunicación, para promover la colaboración, la innovación y la eficiencia para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos y la sostenibilidad de las ciudades a través del mejoramiento de los servicios hacia los ciudadanos.

En la mayoría de las definiciones se evidencia explícitamente que actores como el gobierno están presente de una u otra forma, por otra parte, la mención a los ciudadanos también es bastante representativa, en cuanto empresarios y otros interesados no es tan notoria como los anteriores, pero de igual forma se convierten en actores importantes dentro de la concepción de una ciudad inteligente. Además, es de anotar que la presencia del término tecnología de manera general está inmersa en las definiciones, en las cuales en la mayoría se hace énfasis en las TIC/TI o sus diversas expresiones o manifestaciones (hardware, software o telecomunicaciones).

De igual manera se aprecia que los propósitos de las ciudades inteligentes están orientados básicamente a dos ideas generales: mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y el desarrollo sostenible de las ciudades, aunque también se presentan por los autores ideas como: calidad ambiental, conocimiento y competencia cognitiva, crecimiento económico sostenible, generación de innovación, interconexión e inteligencia, eficiencia, equidad o inteligencia colectiva.

El tema de las escalas e influencias territoriales (nacionales, regionales, metropolitanas, locales y vecinales) en el desarrollo de un territorio inteligente sigue siendo poco abordado en la literatura [9],[10],[11] Los principales temas tratados son la ciudad y el nivel metropolitano. Por ejemplo, pocos investigadores estudian la implementación de las estrategias de Smart City a nivel nacional (Smart country), a nivel intermedio (regional, departamental o provincial) y a otras escalas espaciales (municipios, formas supranacionales).

En cuanto a los sistemas sociotécnicos afirma [3] que “La importancia de la cooperación entre actores sociales, económicos e institucionales no es, por lo tanto, una mera afirmación teórica o ideológica, sino un elemento estratégico para el desarrollo de las ciudades inteligentes. Ello representa un sistema sociotécnico en el que la conectividad y la activación de los sujetos sociales se entrelazan en un proceso capaz de crear dicha inteligencia conectiva que alimenta la formación de un capital sociotécnico”

3. Aspectos a considerar para la conceptualización de territorios inteligentes

Cada territorio es único, así también debe ser su transición hacia un territorio inteligente. Asimismo, el análisis de las diferentes experiencias pone de manifiesto que el desarrollo de territorios inteligentes está lejos de ser un proceso de generación espontánea. Por el contrario, constituye en la mayoría de los casos el resultado de un ejercicio de planificación a largo plazo,

definido sobre la base de un minucioso análisis de las vocaciones y potencialidades existentes en cada contexto [12].

Por ello más que establecer rutas únicas para esta transición, la literatura se ha centrado en generar modelos, marcos de trabajo y arquitecturas flexibles en el que se identifiquen los elementos claves y estrategias que puedan ser asumidas por un territorio desde su particularidad, por ejemplo [13] establece tres factores clave que definen un territorio inteligente: el talento humano, la infraestructura (tecnología y física) y las instituciones. Los dos primeros factores podrían considerarse como la materia prima para la transformación de un territorio y representan elementos necesarios mas no suficientes. Sin el tercer factor, es decir, el institucional, no es posible adelantar un proceso de transformación territorial eficaz.

Existen la literatura varios modelos que definen los elementos en la inteligencia de las ciudades como por ejemplo los que plantean en la tabla los cuales plantean elementos asociados a lo social y lo tecnológico.

Tabla 2. Conceptualización de territorios inteligentes..

Modelo	Características	Social	Tecnológicos
MM BSI [14]	Usuarios	X	
	Tecnologías e Infraestructura		X
	Datos		X
	Gestión de Servicios		X
	Gestión del negocio	X	
	Gestión y evaluación Tecnológica		X
MM ESCOCIA [15]	Intención estratégica	X	
	Datos		X
	Tecnología		X
	Gobernabilidad y Modelos de entrega	X	
	Compromiso Ciudadano y empresas	X	
MM IDC [16]	Visión	X	
	Cultura	X	
	Procesos	X	
	Tecnologías		X
	Datos		X
MM DELOITTE	Visión y Estrategia	X	
	Datos		X

[17]	Tecnología		X
	Habilidades y Competencias	X	
	Cultura de Innovación	X	
	Ecosistemas Público-Privado	X	
	Atractividad para negocios y talento	X	

A continuación en la Figura , se presentan una propuesta de los factores relevantes producto de la combinación entre el conjunto de las relaciones sociales y tecnológicas lo que constituye el motor para la dinamización de territorios inteligentes.

3.1. Factores Contextuales

Los factores contextuales son los referidos como tal al territorio y lo social. es decir, la estrategia para generar una visión integral e inteligente en contexto del mismo asegurando la colaboración y la participación de los interesados: Gobierno, Ciudadanía y Sector Privado. Contempla la estrategia de la alineación de las TI con el territorio y la sociedad, así como su articulación con los marcos legales o regulatorios, la identificación de los actores de los procesos y sus respectivas necesidades y/o expectativas. Entre estos están la institucionalización, la especialización inteligente y la innovación.

3.1.1. Institucionalización del Territorio Inteligente

Es la capacidad para organizar una visión coherente de gobierno, coordinar a las partes interesadas y asegurar que los planes y los portafolios de proyectos de TI se alinean con las necesidades del territorio. Por otra parte, es importante disponer de una institucionalización clara para que los cambios que implican la participación electrónica y la colaboración de los interesados. Para ello es necesario que la institucionalidad se exprese desde todos los niveles:

- Institucionalización Local: Alcaldías, Gobernaciones y secretarías TIC.

- Institucionalización Nacional: Ministerio de las Tecnologías de la Información y la comunicación (MinTIC) Y Dirección Nacional de Planeación, Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCTI)
- Institucionalización Internacional: Entidades No gubernamentales (BID, OEA, UNESCO, y otras)



Figura 1. Componentes de un Smart Territory.

3.1.2. Enfoque de Especialización Inteligente

La especialización inteligente consiste en identificar y potenciar las vocaciones productivas del territorio para convertir las ventajas competitivas de potencial de excelencia de la región. Para ello es importante la alineación estratégica de las políticas económicas e industriales, con las de innovación, ciencia y tecnología.

Los procesos de especialización inteligente fortalecen la gobernanza, la confianza, la cooperación, la eficiencia y el diálogo colaborativo para gestionar estratégicamente el desarrollo de un territorio. La priorización de las áreas de especialización conduce a que las regiones se destaquen por la diferenciación, la innovación y la convergencia tecnológica [18].

3.1.3. Enfoque de Innovación

Uno de los retos de los territorios es iniciar procesos de innovación participativa a gran escala, para la creación de aplicaciones que funcionen y mejoren todos los sectores. Todas las actividades y servicios públicos de la pueden ser vistos como ecosistemas de innovación en los que ciudadanos y organizaciones participan en el desarrollo de la oferta y el consumo de bienes y servicios. [8]. Otros factores determinantes para las ciudades serán: la infraestructura para la educación y la innovación, las redes entre empresas y gobiernos, la existencia de ciudadanos y empresas exigentes para impulsar la innovación y la calidad de los servicios.

3.2. Factores Tecnológicos

Los territorios deben adecuar su infraestructura tecnológica para afrontar los nuevos retos de la gobernanza inteligente. Es aquí donde la industria 4.0 y sus avances desde sus diferentes expresiones: Big Data, IoT, Robótica, Realidad Virtual y otros pueden generar valor agregado a la toma de decisiones soportadas en información en tiempo real. Estos factores se asocian a la infraestructura hardware y software y sus instalaciones que permiten el almacenamiento, procesamiento y aseguramiento de las aplicaciones y los datos en el contexto de las tecnologías emergentes y la industria 4.0. entre estos factores tecnológicos se proponen: conectividad, instrumentación, analítica de datos y aplicación.

3.2.1. Capa de Conectividad

Se refiere explícitamente a la capacidad de apoyo a la innovación de la infraestructura de telecomunicaciones para interconectar personas, nodos inteligentes, estaciones de trabajo y otros dispositivos incorporados y

proporcionar acceso de red de alta velocidad a un área de toda la región. Se debe abordar el reto de la cobertura de banda ancha, incluidos los distritos alejados y la gama de acceso gratuito al ciberespacio [12] y [19].

3.2.2 Capa de Instrumentación

Comprenden conexiones en tiempo real tales como transmisores de radiofrecuencia, tráfico señales, contadores inteligentes, sensores de infraestructura y sensores de tráfico y tránsito. De hecho, la disponibilidad de datos en tiempo real es el elemento constitutivo que conecta el mundo físico con el mundo de la información y es la adquisición distintiva que justifica el término dinámico de "inteligencia"[20] y [21].

3.2.3 Capa de Analítica de Datos

La analítica de datos es probablemente el campo más avanzado y hoy en día se suele utilizar como sinónimo de "inteligencia", principalmente porque puede apoyar la respuesta a diferentes cuestiones de política, planificación, gobernanza y negocios, apoyar la toma de decisiones para permitir un entorno más inteligente e incluso permitir predicciones y recomendaciones automáticas... A pesar de ello, sigue habiendo desafíos para permitir la integración horizontal (entre diferentes sectores) de los datos de los territorios inteligentes, lo que permitiría la plena utilización del potencial de la analítica de datos [22]

3.2.4 Capa de Aplicación

La capa de aplicación es la capa superior de la arquitectura que media entre los ciudadanos y el nivel datos e instrumentación. El rendimiento de la capa de aplicación influye en gran medida en la perspectiva del usuario y en la satisfacción de sus operaciones, ya que interactúa directamente con los ciudadanos. En esta los ciudadanos acceden a aplicaciones y servicios para facilitar el acceso a la información de diversos sectores como energía, agua y medio ambiente [23].

4 Estrategias para la Dinamización de Territorios Inteligentes

- Existencia oficinas en el territorio que direccionan y son responsables la cultura organizacional de TI y cuentan con capacidad

organizativa (física, humana y financiera) ejecutando los planes y estrategias de Territorios Inteligentes Definidas.

- Políticas para incentivar el territorio inteligente desde las administraciones locales y nacionales con evaluaciones sistemáticas y seguimiento a su implementación.
- Programas y alianzas para promover la innovación a nivel del territorio, se generan productos, servicios y soluciones innovadoras a partir de la triple hélice.
- Implementación de dispositivos inteligentes que proporcionan información importante para la toma de decisiones, mediante análisis de datos. Los dispositivos se actualizan y mantienen periódicamente, hay planes para incluir nuevos y mejores dispositivos para la mayoría de los sectores de aplicación.
- La analítica predictiva para ayudar a optimizar la toma de decisiones y para que se tomen las mejores acciones al maximizar el valor del negocio. La visión analítica optimiza las decisiones y se automatiza cuando es posible.
- Acceso a los datos o información en línea, los interesados participan y colaboran, utilizando redes sociales, o mediante dispositivos como teléfonos inteligentes, tabletas y otros. Existen altos niveles de interacción y niveles de respuestas que dinamizan la comunicación entre los interesados.

5 Conclusiones

El concepto de territorios inteligentes, como una extensión y evolución de las ciudades inteligentes es cada vez más relevante según lo muestra la literatura, donde si bien se deben contemplar el uso de la tecnología también son relevantes factores contextuales como la especialización inteligente, la innovación y la institucionalización.

Con el desarrollo de la industria 4.0 hay una oportunidad para que los territorios planifiquen proyectos hacia la inteligencia de los mismos. El avance de la analítica, sensores, desarrollo móvil y en las comunicaciones abren las posibilidades de implementación de iniciativas a pequeña escala adaptadas a las necesidades de la región. La planificación de territorios inteligentes desde el enfoque socio-técnico aporta elementos tanto tecnológicos como sociales que fortalecen la

sostenibilidad de estas iniciativas, donde estrategias direccionadas hacia cada uno de los elementos identificados pueden generar impactos significativos a corto plazo.

Como trabajo futuro se busca establecer líneas base de las capacidades de los elementos contextuales y tecnológicos en algunos territorios de Colombia para establecer planes de acción y rutas de mejoramiento para la transición de territorios convencionales a territorios inteligentes.

6 Agradecimiento

A la Universidad Cooperativa de Colombia por la financiación del proyecto ID 2210 "Framework de gestión de tecnologías inteligentes para proyectos de investigación: Caso estudio en ingeniería UCC. Así mismo a la Royal Academy of Engineering a través del Newton Fund por la financiación de los proyectos: ID 2309 "Identification of knowledge gaps in the academia and capacity building for aquatic renewable energy in Colombia" y el proyecto ID 2254 Enhancing Aquatic Renewable Energy (ARE): Technology design and adaptation programme for Colombia".

7 Referencias

- [1] A. Zvirbule, B. Rivza, and Z. Bulderberga, "Determinant Factors for the Formation and Development of a Smart Territory," Singapore, 2017: Springer Singapore, in Selected Papers from the Asia-Pacific Conference on Economics & Finance (APEF 2016), pp. 53-62.
- [2] S. Garcia-Ayllon and J. L. Miralles, "New Strategies to Improve Governance in Territorial Management: Evolving from "Smart Cities" to "Smart Territories"," *Procedia Engineering*, vol. 118, pp. 3-11, 2015/01/01/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.396>.
- [3] M. Berra, "De la ciudad digital a la ciudad incluyente: La construcción de un capital sociotécnico," *Sociológica (México)*, vol. 28, no. 79, pp. 7-49, 2013-08 2013.
- [4] A. Cocchia, "Smart and Digital City: A Systematic Literature Review " in *How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, S. International Ed. Switzerland: Springer, 2014, ch. 2, pp. 13-44.
- [5] H. Chourabi *et al.*, "Understanding smart cities: An integrative framework," in *System Science (HICSS)*,

- 2012 45th Hawaii International Conference on, 2012: IEEE, pp. 2289-2297.
- [6] A. Caragliu, C. Del Bo, and P. Nijkamp, "Smart cities in Europe," *Journal of urban technology*, vol. 18, no. 2, pp. 65-82, 2011.
- [7] D. Toppeta, "The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, "livable", sustainable cities,"
- [8] H. Schaffers, N. Komninos, M. Pallot, B. Trousse, M. Nilsson, and A. Oliveira, *Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation*. Springer, 2011.
- [9] J. Desdemoustier, J., N. Crutzen, N., & R. Giffinger, R. Municipalities' understanding of the Smart City concept: An exploratory analysis in Belgium. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 142, 129-141
- [10] K. Kourtit, P. Nijkamp Smart cities in the innovation age *Innov. Eur. J. Soc. Sci. Res.*, 25 (2) (2012), pp. 93-95
- [11] S. Garcia-Ayllon, and J. Miralle. New Strategies to Improve Governance in Territorial Management: Evolving from "Smart Cities" to "Smart Territories". *Procedia Engineering*, 2015, 118, pp.3-11.
- [12] R. Bell, J. Jung, and L. Zacharilla, "Broadband economies," in *Creating the community of the 21st century. New York: Intelligent Community Forum*, 2008, pp. 22-32.
- [13] T. Nam and T. A. Pardo, "Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions," presented at the Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, 2011.
- [14] Mani, D., & Banerjee, S. Smart City Maturity Model (SCMM)- BSI.2015 Retrieved from India: <http://isbinsight.isb.edu/smart-city-maturity-model-scmm/>
- [15] Scottish Government, S. C. A. . Smart Cities Maturity Model and Self-assessment tool.2015. Retrieved from https://www.scottishcities.org.uk/site/assets/files/1103/smart_cities_readiness_assessment_-_guidance_note.pdf
- [16] R. Yesner, R., & A. Brooks, A. IDC MaturityScape: Smart City.2015. Retrieved from https://www.thingworx.com/wp-content/uploads/2016/05/WP_idc_maturityscape-smart-city_US40814315_EN.pdf
- [17] Deloitte. Smart Cities: How rapid advances in technology are reshaping our economy and society 2015. Retrieved from [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/D](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-smart-cities-report.pdf)
- [18] Camara de Comercio de Bogota. Disponible en <https://www.ccb.org.co/Transformar-Bogota/Especializacion-Inteligente-Bogota-Region>
- [19] G. S. Ford and T. M. Koutsy, "Broadband and economic development: A municipal case study from Florida," in *Review of Urban & Regional Development Studies: Journal of the Applied Regional Science Conference*, 2005, vol. 17, no. 3: Wiley Online Library, pp. 216-229.
- [20] O. f. E. C.-o. a. Development, *Smart sensor networks: Technologies and applications for green growth*. OECD Publishing, 2009.
- [21] J. S. Wilson, *Sensor technology handbook*. Elsevier, 2004.
- [22] S. Dustdar, S. Nastić, and O. Šćekić, "A Road Map to the Cyber-Human Smart City," in *Smart Cities: The Internet of Things, People and Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 239-258.
- [23] B. N. Silva, M. Khan, and K. Han, "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities," *Sustainable Cities and Society*, vol. 38, pp. 697-713, 2018.

Experiencia educativa apoyada en TICs para el cálculo de centroides y momentos de inercia de figuras planas de contorno recto

Educational experience supported by ICTs for the calculation of centroids and moments of inertia of straight contour flat figures

Wilson Rodríguez Calderón¹, Myriam Rocío Pallares Muñoz², Ariana Vargas Guerra³

^{1,3} Programa de ingeniería civil, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

² Programa de ingeniería civil, Universidad Surcolombiana, Colombia

*Autor de correspondencia: wilroca50@hotmail.com

RESUMEN– El presente trabajo muestra los avances de un proyecto de investigación que incorpora TICs a los procesos de enseñanza – aprendizaje del tema de centroides y momentos de inercia de figuras planas de contorno recto en ingeniería. El proyecto busca el desarrollo de un software educativo que asista en el aula al profesor y al alumno en la comprensión del tema mencionado anteriormente, como fase preliminar se aborda el estudio conceptual y matemático del tema, y se desarrollan formulaciones basadas en el teorema clásico de Green del cálculo, que posteriormente son implementadas en hoja de cálculo Excel para su respectiva verificación, hecho esto se tiene la base para de manera segura tener la certeza de la funcionalidad de las fórmulas halladas para el cálculo de centroides y de momentos de inercia y así pasar a la fase de desarrollo del software, al que posteriormente se le realizará una prueba rigurosa de usabilidad que identifique bondades y aspectos a mejorar en un proceso de ingeniería de software. Los resultados hallados son satisfactorios y permiten al equipo avanzar hacia la fase de desarrollo del software educativo, destacando que este proyecto además pretende proveer una oportunidad de iniciación científica a un estudiante, que para el caso se identifica en este artículo con el número 1 dentro del grupo de autores de esta publicación.

Palabras clave– *Teorema de green, software educativo, centroide y momentos de inercia*

ABSTRACT– The present work shows the advances of a research project that incorporates ICTs into the teaching - learning processes of the topic of centroids and moments of inertia of flat figures of straight contour in engineering. The project seeks the development of an educational software that assists the teacher and the student in the classroom in the understanding of the aforementioned topic, as a preliminary phase the conceptual and mathematical study of the subject is approached, and formulations based on the classical theorem of Green of the calculation, which are subsequently implemented in an Excel spreadsheet for their respective verification, this is done to safely ensure the functionality of the formulas found for the calculation of centroids and moments of inertia and thus move on to the software development phase, which will then undergo a rigorous usability test that identifies benefits and aspects to improve in a software engineering process. The results found are satisfactory and allow the team to move towards the development phase of educational software, highlighting that this project also aims to provide an opportunity for scientific initiation to a student, which for this case is identified in this article with the number 1 within the group of authors of this publication.

Keywords– *Green theorem, educational software, centroid and moments of inertia.*

1. Introducción

Este trabajo está basado en un proyecto que consiste en la verificación y usabilidad de un software educativo para el cálculo de centroides y momentos de inercia de figuras planas de contorno recto orientado a estudiantes de ingeniería. El propósito del proyecto es poder documentar adecuadamente el software desarrollado y realizar una prueba de usabilidad con una muestra de estudiantes pertinente. El proyecto pretende generar un

valor agregado, ya que, la metodología de cálculo propuesta no es de documentación común, por lo menos en los libros y referencias conocidas por los autores, de tal manera, que se hace justificable implementar la metodología basada en el cálculo de las propiedades de área mediante coordenadas.

Los impactos están asociados a aspectos como: medios y recursos educativos, cualificación de estudiantes, formación investigativa e innovación, formación de recursos humanos en investigación, tecnologías de

información y comunicación y apropiación social del conocimiento.

En el contexto nacional la propuesta está altamente identificada con un macroproyecto de estado como es el “Plan Nacional TIC Colombia en línea con el futuro”, que contempla un eje vertical en educación y un eje transversal en innovación y desarrollo promovido desde el Ministerio de TIC y Colciencias [3].

Por otra parte, se persigue aportar al área estratégica de mejoramiento de recursos de software, contribuyendo con la socialización de insumos de software educativo adaptado a las necesidades.

Es importante decir que el proyecto se encuentra en fase de desarrollo y los resultados reportados en este artículo corresponden a resultados parciales, sin embargo, constituyen una producción importante para socializar en eventos y artículos científicos.

2. Referente teórico

En ingeniería civil y mecánica es común encontrar temas básicos y especializados donde se requiere el cálculo de parámetros asociados a la geometría de secciones de elementos de máquinas y estructuras, dichos parámetros en particular se refieren a propiedades como el centroide, el área, el primer y segundo momento de área, entre otros. [1]

En la práctica el cálculo de las propiedades mencionadas puede realizarse a través de la información referida a la posición de los puntos de una figura plana de contornos rectos. Para realizar los cálculos se acude al famoso teorema de Green que permite reducir la dimensión de una integral doble de superficie a una integral de línea que se realiza siguiendo el contorno de la figura en estudio, es así como en la figura 1 se muestra el proceso.

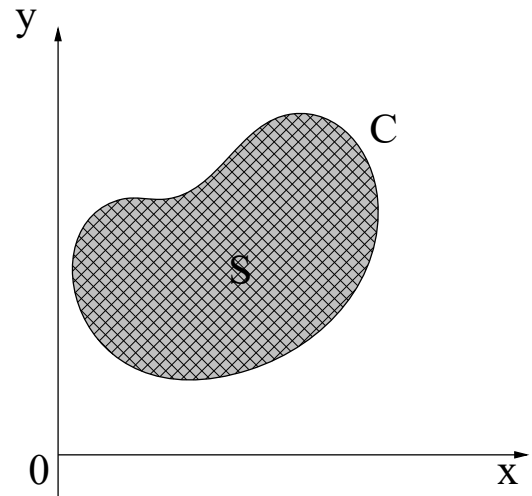


Figura 1. Región simplemente conexa orientada positivamente.

Sea S la región del plano simplemente conexa limitada por el contorno C y orientada positivamente, como se muestra en la figura 1, entonces podemos establecer la fórmula de Green como:

$$\oint_C F dr = \iint_S \left(\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y} \right) dx dy \quad (1)$$

Siendo $F = N(x,y)i + M(x,y)j$, un campo vectorial con componentes $N(x,y)$ y $M(x,y)$, continuas y con derivadas parciales continuas en $S \cup C$.

Una propiedad geométrica de un sección plana que vive en la región S en el plano XY, está dada por una integral doble sobre la región S de una función particular $f(x,y)$ que modela la propiedad, por lo tanto se tiene que:

$$\oint_C N(x,y)dx + M(x,y)dy = \iint_S f(x,y) dx dy \quad (2)$$

$$\text{Donde: } f(x,y) = \frac{\partial M(x,y)}{\partial x} - \frac{\partial N(x,y)}{\partial y} \quad (3)$$

Escogiendo adecuadamente los campos escalares, $N(x,y)$ y $M(x,y)$ es posible expresar la integral doble que modela la característica que se desea calcular como una integral de línea a través del contorno C que limita a la región S. Como ejemplo se plantea la integral de línea o de contorno para el cálculo del momento de inercia de un área arbitraria respecto al eje x, que por definición es [2]:

$$I_x = \iint_S y^2 dx dy \quad (4)$$

Luego $f(x,y) = y^2$, de (3), se tiene inmediatamente que,

$$\frac{\partial M(x,y)}{\partial x} - \frac{\partial N(x,y)}{\partial y} = y^2$$

Haciendo $M(x,y)=0$, se obtiene:

$$N(x,y) = -\frac{1}{3}y^3 + \varphi(x) \quad (5)$$

Con la formula (4), (5) y (2) es posible calcular el momento de inercia de la región mediante una integral de línea a través del contorno [4], así:

$$I_x = \iint_S y^2 dx dy = -\frac{1}{3} \oint_C y^2 dx \quad (6)$$

También pueden obtenerse formulas para características geométricas de secciones planas, por ejemplo para el cálculo de las coordenadas del centroide de la región se emplean las siguientes formulas:

$$\bar{x} = \frac{Q_x}{A} = \frac{\oint_C x^2 dy}{\frac{1}{2} \oint_C (-y dx + x dy)} \quad (7)$$

$$\bar{y} = \frac{Q_y}{A} = \frac{\oint_C y^2 dx}{\frac{1}{2} \oint_C (-y dx + x dy)} \quad (8)$$

Si el contorno está conformado por la unión de curvas simples por tramos también pueden usarse las formulas anteriores, así como también si se trata de múltiples figuras que pueden constituir regiones sólidas o huecas.

El contorno de la región puede constituirse a través de segmentos rectos formando lo que se conoce como una poligonal, siendo esto así, es posible obtener el valor de la integral de línea con una adecuada parametrización por lo que se encuentran las expresiones a mostrar, donde el subíndice f hace referencia a al subíndice i+1, es decir,

$$f \rightarrow (i + 1)$$

Las expresiones halladas se determinan calculando simbólicamente las integrales de línea pertinentes para cada propiedad, para el caso se hace uso de la plataforma web libre simbolab (<https://es.symbolab.com/>), a través de esta sencilla herramienta es posible llegar a las expresiones siguientes.

El área de la región es entonces:

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i y_f - x_f y_i) \quad (9)$$

Los primeros momentos del área son:

$$Q_x = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n (x_i - x_f)(y_f^2 + y_f y_i + y_i^2) \quad (10)$$

$$Q_y = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n (y_i - y_f)(x_f^2 + x_f x_i + x_i^2) \quad (11)$$

Los momentos y producto de inercia son:

$$I_x = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^n (y_i^3 + y_i^2 y_f + y_i y_f^2 + y_f^3)(x_i - x_f) \quad (12)$$

$$I_y = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^n (x_i^3 + x_i^2 x_f + x_i x_f^2 + x_f^3)(y_f - y_i) \quad (13)$$

$$I_{xy} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^n (x_i - x_f)(x_f(3y_f^2 + 2y_f y_i + y_i^2) + (x_i(y_f^2 + 2y_f y_i + 3y_i^2))) \quad (14)$$

3. Metodología

Para la metodología del proyecto se establecen las siguientes actividades:

1. Revisión de la literatura
2. Desarrollo de material
3. Teoría base de algoritmos de solución
4. Elaboración de manual del software
5. Socialización de la herramienta
6. Escritura de informes parciales y finales

4. Resultados

La figura 2 muestra el ejercicio propuesto que se basa en el artículo publicado por Rivero [4], como referente para verificar resultados de las fórmulas implementadas en Excel, lo cual

servirá como comparación contra los resultados que se obtengan al final del proyecto mediante la prueba de usabilidad el software a desarrollar. El objetivo del software es poder calcular las propiedades de cualquier figura de contornos rectos y poder seguir los cálculos tal como serían con una hoja de Excel.

La figura 3 muestra la numeración de vértices y la dirección positiva para su registro.

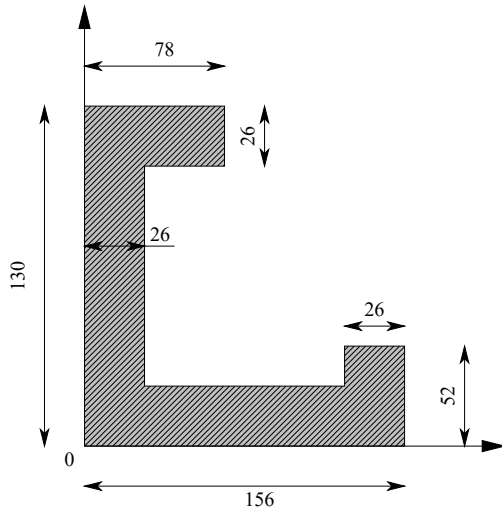


Figura 2. Ejercicio propuesto

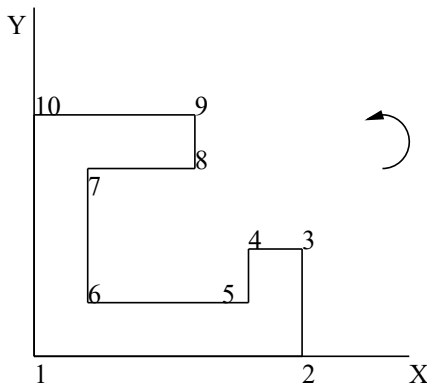


Figura 3. Numeración de nodos

Las tablas siguientes muestran los resultados de verificación de funcionamiento adecuado de las fórmulas para el cálculo de áreas, primer y segundo momento del área.

Tabla 1. Resultados de área.

i	xi	yi	xi*yi	xf*yi	(xi*yi)-(xf*yi)
1	0	0	0	0	0
2	156	0	0	0	0
3	156	52	8112	0	8112
4	130	52	8112	6760	1352
5	130	26	3380	6760	-3380
6	26	26	3380	676	2704
7	26	104	2704	676	2028
8	78	104	2704	8112	-5408
9	78	130	10140	8112	2028
10	0	130	10140	0	10140
1	0	0	0	0	0
					17576

Área of región = 8788

Area	8788
------	------

Tabla 2. Resultados de primer momento en x.

i	xi	yi	xf	yi^2-1	yi*xi	yi^2	(yi^2-1+yi*xi+yi^2)	(xi*xi)(yi^2-1+yi*xi+yi^2)	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	156	0	156	0	0	0	0	0	
3	156	52	156	2704	0	2704	5408	0	
4	130	52	130	2704	2704	2704	8112	210912	
5	130	26	130	676	1352	676	2704	0	
6	26	26	26	676	676	676	2028	210912	
7	26	104	26	10816	2704	10816	24336	0	
8	78	104	78	10816	10816	10816	32448	-1087296	
9	78	130	78	16900	13520	16900	47320	0	
10	0	130	0	16900	16900	16900	50700	3954600	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	
								2689128	
Static Moment, Mx = 4.48188·10 ⁵								Mx	4.48188.E+05

Tabla 3. Resultados de primer momento en y.

yi+1	xi^2+1	xf*xi	xi^2	(xi^2+1+xf*xi+xi^2)	(yi-yi+1)((xi^2+1+xf*xi+xi^2)	
0	24336	0	24336	48672	0	
52	24336	24336	24336	73008	3796416	
52	16900	20280	16900	54080	0	
26	16900	16900	16900	50700	-1318200	
26	676	3380	676	4732	0	
104	676	676	676	2028	158184	
104	6084	2028	6084	14196	0	
130	6084	6084	6084	18252	474552	
130	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
					3110952	
Static Moment, My = 5.18492·10 ⁵					My	5.1849.E+05

Tabla 4. Resultados de momento de inercia en x.

(xf-xi)	(yi^3+yi^2yf+yi*xf^2+yf^3)	(xf-xi)(yi^3+yi^2yf+yi*xf^2+yf^3)
-156	0	0
0	140608	0
26	562432	14623232
0	263640	0
104	70304	7311616
0	1493960	0
-52	4499456	-233971712
0	6485544	0
78	8788000	685464000
0	2197000	0
0	0	0
		473427136
Ix		3.945226133·10 ⁷

Inertia Moment, Ix = 3.945226133·10⁷

Tabla 5. Resultados de momento de inercia en y

$(y_f - y_i)$	$(x_i^3 + x_i^2 x_f + x_i x_f^2 + x_f^3)$	$(y_i - y_f)(x_i^3 + x_i^2 x_f + x_i x_f^2 + x_f^3)$
0	3796416	0
52	15185664	789654528
0	11793496	0
-26	8788000	-228488000
0	2741856	0
78	70304	5483712
0	703040	0
26	1898208	49353408
0	474552	0
-130	0	0
0	0	0
		6.E+08
I_y		5.13336.E+07

Inertia Moment, I_y = 5.133363733·10⁷

Tabla 6. Resultados de producto de inercia en xy

$(x_i - x_f)$	$(x_i(3y_f^2 + 2y_f y_i + y_i^2) + x_f(y_f^2 + 2y_f y_i + 3y_i^2))$	$(x_i - x_f)(x_i(3y_f^2 + 2y_f y_i + y_i^2) + x_f(y_f^2 + 2y_f y_i + 3y_i^2))$
-156	0	0
0	1687296	0
26	4640064	120641664
0	2460640	0
104	632736	65804544
0	1476384	0
-52	6749184	-350957568
0	12865632	0
78	7909200	616917600
0	0	0
		452406240
I_{xy}		1.88503.E+07

Inertia Moment, I_{xy} = 1.885026·10⁷

[2] Bedford – Fowler, (2008). “Estática”. Editorial Pearson. 5 Edición.
 [3] Plan Nacional de TIC 2008-2019. Todos los colombianos conectados, todos los colombianos informados.
 [4] Rivero-Galá, Rolando (3 de Marzo de 2010). Algoritmo para generar fórmulas de características geométricas de las secciones planas, su implementación en DERIVE. Ingeniería Mecánica, Vol. 13, No.1, enero-abril de 2010, pag. 79-88.
 [5] Thomas, George B.; Finney, Ross L. (2008): "Cálculo. Varias variables". Addison Wesley.

5. Conclusiones

Dentro de los aspectos más relevantes del proyecto se han encontrado y estudiado todos los aspectos teóricos básicos para el cálculo de centroides, momentos y productos de inercia de figuras planas y sus formulaciones alternativas. Los resultados encontrados son satisfactorios y permiten el avance del proyecto hacia la fase de desarrollo del software y finalmente la realización de la prueba de usabilidad como parte del proceso de ingeniería del software.

6. Agradecimiento

Agradecemos a la universidad Cooperativa de Colombia Sede Neiva por el apoyo a las actividades de investigación y a la profesora Myriam Rocío Pallares de la Universidad Surcolombiana por su participación dentro del proyecto de investigación.

7. Referencias

[1] Beer Ferdinand P., Johnston E. Russell & Eisenberg Elliot R, (2004). Vector Mechanics for Engineers: Statics. McGraw Hill. Séptima edición.

Propuesta utilizando un componente de software para la integración de las plataformas Moodle-Dspace con el protocolo swordv1

Proposal using a software component for the integration of Moodle-DSpace platforms with the SWORD v1 Protocol

Huriviades Calderón-Gómez ^{1*}, Danny Murillo ², Dalys Johana Saavedra ³, Madelaine Fernández E. ⁴

¹ Dirección de Investigación, VIPE, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

^{1, 2, 3, 4} UTP-Ridda2, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: huriviades.calderon@utp.ac.pa

RESUMEN– En esta investigación se ha explicado la importancia de la interoperabilidad entre Moodle-DSpace en el contexto de cuantificar y visibilizar los recursos digitales que son generados por los docentes en los cursos virtuales, debido a que dichos contenidos están restringidos para los estudiantes que no estén matriculados en el curso. Se hace especial énfasis en el método model-driven que permite a los desarrolladores construir sus propias variantes a los módulos basándose en sus necesidades. Asimismo, se demuestra la relevancia del estudio está claramente apoyada por los resultados actuales, para obtener un componente informático estable para la sumisión de los contenidos digitales a los repositorios institucionales. En síntesis, se logró la interoperabilidad entre las plataformas a través del protocolo SWORD v1 y el paquete METS. Sin embargo, se requiere más trabajo adicional en los módulos con el fin de implementar otros aspectos en el registro de los metadatos en el repositorio.

Palabras clave– Repositorio Institucional, DSpace, Moodle, Interoperabilidad, SWORDv1.

ABSTRACT– This research has explained the importance of interoperability between Moodle-DSpace in the context of quantifying and visualizing the digital resources that are generated by docent in online courses, because these contents are restricted for students who are not enrolled in the course. Special emphasis is placed on the scripting methodology that allows developers to build their own variants to the modules based on their needs. Likewise, the relevance of the study is clearly supported by the current results in the various software tests, in order to obtain a stable software component for the submission of the digital contents to the institutional repositories. In short, interoperability between the platforms was achieved using the SWORD v1 protocol and the METS package. However, additional work is needed in the modules in order to implement other aspects in the metadata record in the repository.

Keywords– Institutional Repository, DSpace, Moodle, Interoperability, SWORDv1.

1. Introducción

El acceso a la información y a la educación ha estado cada vez más cerca gracias al Internet, permitiendo posibilidades de compartir sinnúmero de documentos a través de diferentes medios enfocados en el uso de las TIC, esto ha evolucionado el proceso de enseñanza y aprendizaje permitiendo en algunos casos mejorar la interactividad entre docentes y estudiantes mediante la educación virtual.

Por ello, la mediación tecnológica hace posible la comunicación a través del uso de herramientas asíncronas, permitiendo así generar conocimiento para los estudiantes, como en la modalidad presencial [1].

Esta integración de entornos didácticos y tecnológicos se lleva a cabo con el uso de herramientas estandarizadas, o de desarrollo propio, para la interacción entre los diversos participantes en el proceso (profesorado, estudiantes, supervisores, tutores, encargados de

administración, etc.); dichas herramientas son conocidas como Learning Management Systems (LMS) [2].

Uno de los LMS más conocidas es Moodle, ya que ofrece la posibilidad de insertar contenidos multimedia: subir imágenes, videos, presentaciones dinámicas y documentos para la generación de los contenidos del curso. [3]. Lamentablemente estos contenidos están restringidos para los usuarios que no están registrados en la plataforma y una vez el estudiante termine el curso, tampoco puede obtener acceso a ellos.

En el año 2016 la UTP puso en marcha el proyecto de Repositorio Institucional (RI) utilizando la plataforma DSpace. Un RI, es una plataforma que integra la producción científica y académica de una institución en un formato digital, en el que se permite la búsqueda y la recuperación para su uso nacional e internacional. Un repositorio contiene mecanismos para importar, identificar, almacenar, preservar, recuperar y exportar un

conjunto de objetos digitales. Esos objetos son descritos mediante etiquetas o metadatos que facilitan su recuperación [4].

Los repositorios tienen varias características, entre ellas, la interoperabilidad, que es la capacidad de intercambio de la información entre dos o más sistemas, con el propósito de integrarse a otros sistemas de la institución, ampliar el alcance y difusión de los contenidos e incorporarse a redes regionales e internacionales [5]. Dentro de este marco, DSpace soporta OAI-PMH (Open Archive Initiatives Protocol for Metadata Harvesting) y SWORD (Simple Webservice Offering Repository Deposit), que permite el intercambio de los metadatos entre servidores, lo que facilita tareas como replicación de contenidos y creación de metabuscadores que abarquen varios repositorios y entre otros servicios de valor agregado [5].

Ahora bien, la integración es soportada por DSpace, pero Moodle no soporta dicho protocolo. Por ello, es necesario desarrollar un componente de interoperabilidad para Moodle. Han existido en el pasado iniciativas para realizar esta integración, por parte de la Universidad Nacional de la Plata en el 2014 [6], pero en versiones de Moodles 2.0 versiones obsoletas en la actualidad.

2. Objetivo

El objetivo de este artículo es proponer un componente informático interoperable (Moodle y DSpace), utilizando el protocolo SWORD, según las necesidades de la personalización del Dublin Core Metadata Registry (DC). Con el propósito, de permitir la exportación y la visibilidad de los documentos generados por los docentes en los diversos cursos dentro de Moodle.

3. Métodos y Materiales

Hasta la fecha se han desarrollado e introducido varios métodos por diversos autores [7]–[10], para cuantificar y visibilizar los recursos digitales que son generados por los docentes en los cursos virtuales (Moodle) para los estudiantes; sin embargo, la mayoría de las APIs están sujeto a versiones obsoletas de las plataformas o no cuenta con soporte por parte de los desarrolladores. En consecuencia, existe un riesgo de ataques informáticos a las vulnerabilidades conocidas [11], [12]

Por ello, el método adoptado en este estudio es Model-Driven [13], [14], basándonos en la reingeniería

por etapas de los sistemas legacy, como en nuestro caso [10], cuyo propósito es desarrollar nuevas aplicaciones de software para la preparación, transferencia y almacenamiento de los materiales digitales generados en la plataforma Moodle hacia un repositorio DSpace [15].

Entre las ventajas que proporciona aplicar este método se encuentra; en primer lugar, flexibilidad de modificar el código cuando sea necesario; en segundo lugar, escalabilidad en el almacenado de los mismos recursos digitales en distintas plataformas y por último la replicación de los resultados en diferentes entornos GNU/Linux [7], [16].

Previo comienzo del estudio se identificaron los componentes de terceros (SWORD v1) y las herramientas necesarias (sword-swap-ingest) para la comunicación y el intercambio de información (interoperabilidad) entre las diversas plataformas. [10], [17]–[19].

Por lo tanto, se adoptó el diseño de las fases de desarrollo en la integración del protocolo SWORD v1, permitiendo así la interoperabilidad al RI mediante del uso de metadatos bajo un formato estándar, según el DC [20].

Aunado a lo anterior, se ha llevado a cabo una serie de fases para la interoperabilidad de las plataformas: en la primera fase, se ejecuta un script automático para habilitar el protocolo SWORD como servidor en el DSpace, cuya función es asignar las variables de entorno (deposit.url, servicedocument.url, media-link.url y generator.url) en el archivo de configuración (sword-server.cfg) del protocolo para su posterior compilación y despliegue al servicio web (tomcat); en la segunda fase, se genera una hoja de estilo adaptada de una plantilla proporcionada por la comunidad DSpace [21], para el intercambio de los metadatos DC, bajo el esquema EPDCX, hacia un perfil predefinido del *DSpace Intermediate Metadata (DIM)*. Cabe destacar, que la hoja de estilo no abarca todos los aspectos en el registro de los metadatos, solo los aspectos requeridos y recomendados por OpenAIRE [22]; en la tercera fase, es requerido crear un grupo exclusivo para los docentes con privilegios de sumisión en DSpace, para realizar el depósito en la colección correspondiente a su facultad; en la cuarta fase, tomamos como referencia el API planteado por los autores [10], [23], cuyo esquema es adaptado para la interoperabilidad de Moodle hacia DSpace, basándose en

las actualizaciones de los componentes cerca del ciclo de vida útil, por correcciones de seguridad o modificaciones en el registro de metadatos acorde a las tendencias actuales [22], mediante el uso de la técnica model-driven para la reingeniería de software [13], [14], [24]. Esta adaptación tiene como finalidad generar un paquete METS, cuyo paquete incluye un archivo para los metadatos (XML) y los archivos adjuntos (PDF, PNG u otro), comprimido en un archivo ZIP para su sumisión a través del protocolo SWORD al RI.

Para asegurarnos de que la replicación del método se ha llevado a cabo exitosamente, es necesario tener presente tres requisitos: el primero, es indispensable seguir con la normalización dada por la documentación de cada componente instalado [25] o por la técnica del algoritmo autónomo [19], el segundo, se requiere de una versión 3.x del Moodle; la tercera, es necesario contar con los privilegios para la sumisión de los documentos en el RI.

4. Resultados

Para evaluar si el componente informático cumple con nuestras expectativas, se realizaron dos pruebas de dependencias mínimas y de estrés. Con el objeto, de garantizar la estabilidad de los componentes [26].

Al aplicar esta propuesta nos arrojó los siguientes resultados: en la primera prueba, se estableció las dependencias mínimas (Ubuntu Server 16.04 LTS, Moodle 3.x con PHP 7.x y DSpace 5.x) para el buen funcionamiento de la interoperabilidad; en la segunda prueba, se midió las interacciones por parte de los usuarios en la sumisión de documentos (durante 2 semanas), cuyo resultado demuestra una correlación positiva entre el rango estipulado de aceptación, menos de 1500 ms [27] y los tiempos promedios de respuestas de las cinco interacciones, fueron las siguientes: en la primera (credenciales), fue de 669.97 ms ~ 756.84 ms; en la segunda fase (metadatos), fue de 462.0 ms ~ 525.4 ms; en la tercera fase (archivos), fue de 558.3 ms ~ 668.1 ms; en la cuarta fase (METS), sin contabilizar el tiempo de la carga del archivo (depende del ancho de banda) fue de 586.6 ms ~ 1300 ms y la quinta fase (transferencia al RI), fue de 800 ms ~ 1350.5 ms.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la figura 1 se muestra el funcionamiento del plugin en Moodle utilizando un repositorio demo ofrecido por la comunidad de DSpace [28].

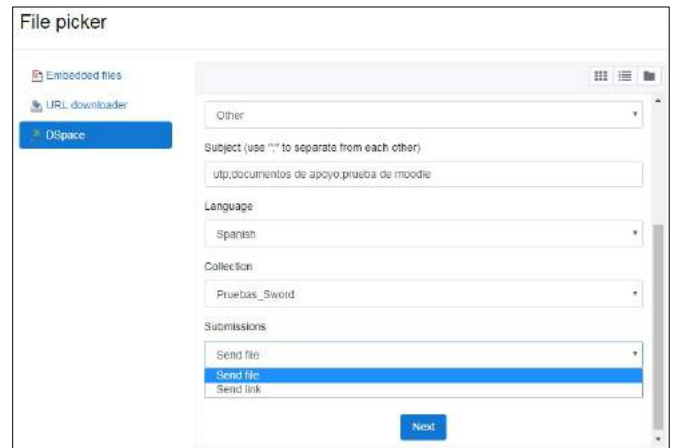


Figura 1. Ejecución del componente en Moodle para la ingesta del documento hacia el repositorio Demo de DSpace 6.3.

Luego de llenar los campos con los metadatos solicitados, como, por ejemplo: nombre del autor, tipo de documento (artículos u otros), tipo licencia y entres otros.

Se procede a cargar el archivo directamente al repositorio, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Carga exitosa del documento al repositorio de prueba mediante la plataforma de Moodle.

Aunado a lo anterior, se ha llevado a cabo una propuesta del esquema aplicado a la interoperabilidad entre Moodle y DSpace, utilizando el protocolo SWORD. En la figura 3 muestra cómo interactúan las interfaces de la aplicación.

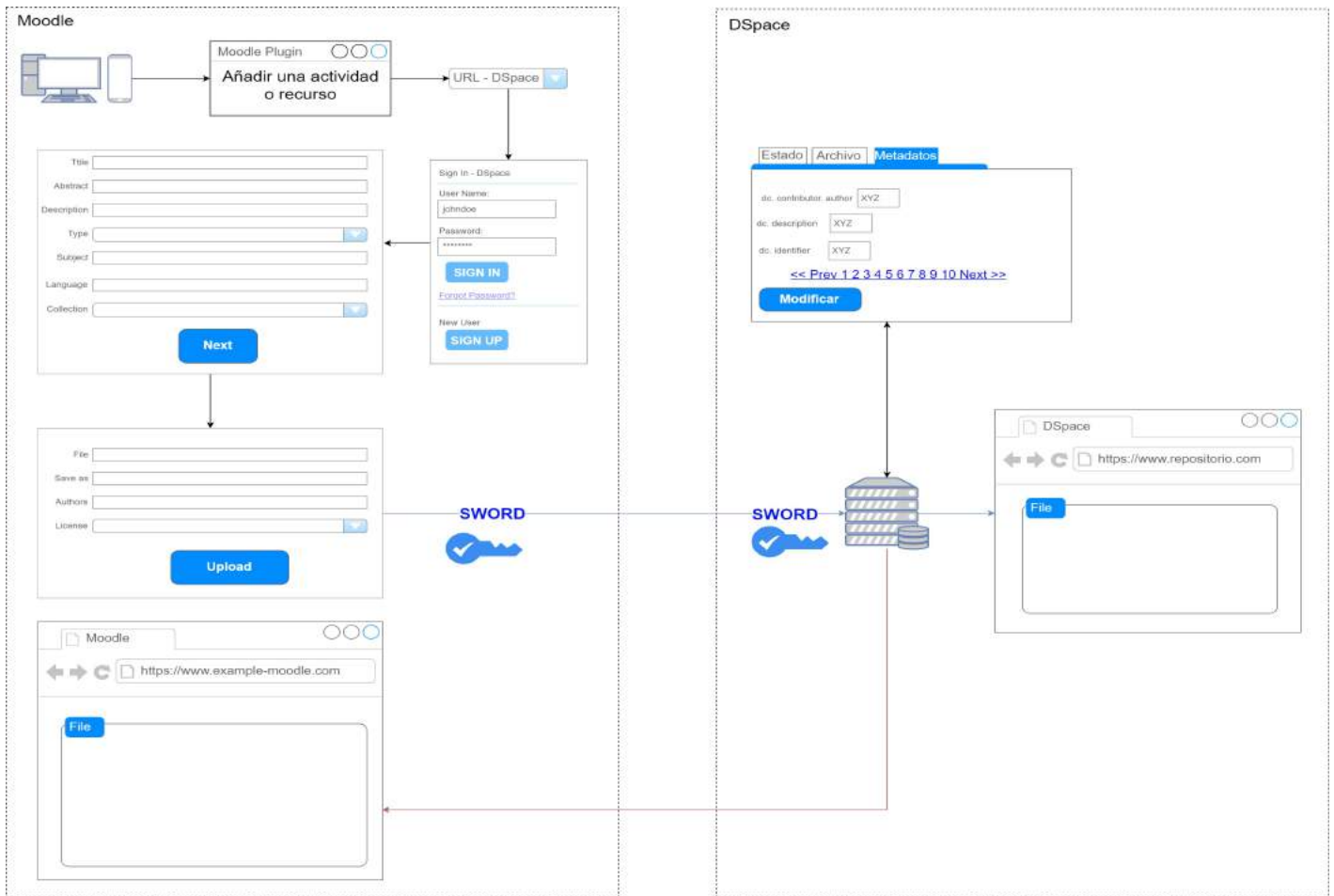


Figura 3. Diagrama conceptual del componente informático.

5. Conclusiones

Este estudio ha demostrado cumplir con el objetivo propuesto, obtener un componente informático interoperable (estable y modificable) bajo versión RC, según las necesidades de personalización del DC por parte de las instituciones interesadas.

Al mismo tiempo, se logró demostrar los pasos involucrados en el desarrollo e implementación de la interoperabilidad, lo cual permite al personal desarrollar sus propios módulos o crear sus variantes para la gestión de sus repositorios, debido a que muchas instituciones son limitadas en el apoyo de inversión.

Como complemento a los resultados de esta investigación, compartiremos el URL del repositorio GitHub que aloja dicho proyecto (<https://github.com/bankashi/Scripts-for-DSpace>).

6. Trabajos Futuros

Estamos explorando la posibilidad de optimizar aún

más el rendimiento de plugin al implementar el nuevo protocolo SWORDv3 para realizar comparaciones entre las versiones implementadas.

Además, sería de interés implementar otras funcionalidades, por ejemplo: incluir otros aspectos en el registro de los metadatos utilizados por OpenAIRE.

7. Referencias

- [1] C. H. Martínez Uribe, "La educación a distancia: sus características y necesidad en la educación actual," *Rev. Educ. y Pedagog.*, vol. XVII, pp. 7–27, 2008.
- [2] A. L. Vargas-Cubero and G. Villalobos-Torres, "El uso de plataformas virtuales y su impacto en el proceso de aprendizaje en las asignaturas de las carreras de Criminología y Ciencias Policiales, de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica," *Rev. Electrónica Educ.*, vol. 22, no. 1, p. 1, 2017.
- [3] M. O. Peña, "La plataforma Moodle: características y utilización en ELE," pp. 913–922, 2012.
- [4] A. B. González and A. F. Porcel, "Repositorios institucionales en universidades y organizaciones de

- educación superior,” 2008.
- [5] A. Lira, F. Adorno, and P. de Albuquerque, “Introducción a DSpace,” 2012.
- [6] M. E. Charnelli, “Integrando repositorios digitales de recursos educativos abiertos con plataformas virtuales de aprendizaje,” Feb. 2014.
- [7] J. Díaz, A. Schiavoni, P. Amadeo, and M. E. Charnelli, “Un aporte a la difusión de objetos educativos abiertos a través de la integración de Moodle con un repositorio digital,” *IX Congr. Tecnol. en Educ. Educ. en Tecnol.*, pp. 390-, 2014.
- [8] D. Salinas, M. A. Cernadas, and V. C. S. Verón, “Propuesta de Evaluación del Impacto en la Implementación de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje en la Utn - Frre Resumen Introducción Objetivos,” pp. 631–636.
- [9] N. Barbuti, S. Ferilli, D. Redavid, and T. Caldarola, “An Integrated Management System for Multimedia Digital Library,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 38, pp. 128–132, Jan. 2014.
- [10] M. Schmitt and J. Videira, “sword_upload.” Github, 2014.
- [11] S. S. Alqahtani, E. E. Eghan, and J. Rilling, “Tracing known security vulnerabilities in software repositories - A Semantic Web enabled modeling approach,” *Sci. Comput. Program.*, vol. 121, pp. 153–175, 2016.
- [12] M. Nashaat, K. Ali, and J. Miller, “Detecting Security Vulnerabilities in Object-Oriented PHP Programs,” *2017 IEEE 17th Int. Work. Conf. Source Code Anal. Manip.*, pp. 159–164, 2017.
- [13] A. Shatnawi, A.-D. Seriai, H. Sahraoui, and Z. Alshara, “Reverse engineering reusable software components from object-oriented APIs,” *J. Syst. Softw.*, vol. 131, pp. 442–460, Sep. 2017.
- [14] F. J. Bermúdez Ruiz, J. García Molina, and O. Díaz García, “On the application of model-driven engineering in data reengineering,” *Inf. Syst.*, vol. 72, pp. 136–160, Dec. 2017.
- [15] M. L. Scott and M. L. Scott, “Scripting Languages,” in *Programming Language Pragmatics*, Elsevier, 2009, pp. 649–724.
- [16] G. Speake and G. Speake, “Using BASH,” in *Eleventh Hour Linux+*, Elsevier, 2010, pp. 61–77.
- [17] T. Donohue, “SWORDv1 Server,” *DuraSpace*, 2018. [Online]. Available: <https://wiki.duraspace.org/display/DSDOC6x/SWORDv1+Server>.
- [18] J. Allinson *et al.*, “SWORD AtomPub Profile version 1.3.” 2008.
- [19] H. Calderón-Gómez and D. Murillo, “Algoritmo autómata para la instalación estructurada Dspace en Ubuntu, utilizado en la implementación del repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de Panamá,” in *XX Congreso Internacional EDUTEC – 2017*, 2017.
- [20] H. Chen and Y. Zhang, “Functionality Analysis of an Open Source Repository System: Current Practices and Implications,” *J. Acad. Librariansh.*, vol. 40, no. 6, pp. 558–564, Nov. 2014.
- [21] R. Taylor, S. Lewis, P. Dietz, and M. Diggory, “sword-swap-ingest.” Github, 2016.
- [22] OpenAIRE, “OpenAIRE Guidelines for Literature Repositories,” 2015. [Online]. Available: <https://guidelines.openaire.eu/en/latest/literature/index.html>.
- [23] S. Lewis, “swordapp-php-library.” 2015.
- [24] M. F. Gholami, F. Daneshgar, G. Beydoun, and F. Rabhi, “Challenges in migrating legacy software systems to the cloud — an empirical study,” *Inf. Syst.*, vol. 67, pp. 100–113, Jul. 2017.
- [25] The DSpace Developer Team, “DSpace 6.x Documentation,” no. July, 2017.
- [26] F. Lonetti and E. Marchetti, “Emerging Software Testing Technologies,” *Adv. Comput.*, vol. 108, pp. 91–143, Jan. 2018.
- [27] X. S. Wang, A. Krishnamurthy, and D. Wetherall, “Speeding up Web Page Loads with Shandian,” *Ndsi*, p. 15, 2016.
- [28] DSpace, “DSpace 6.3 Demo Instance,” *DSpace Release Notes*, 2018. [Online]. Available: <https://demo.dspace.org/>.

Sistema para el diagnóstico de enfermedades laborales en el campo de seguridad y salud en el trabajo

System for the diagnosis of occupational diseases in the field of occupational safety and health

Leydi Johana Polo Amador^{1*}, Abigail Tello Ríos^{2*}, Nancy Tavera Castillo^{3*}

¹ Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías o, Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

² Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías o, Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

³ Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías o, Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

*Autor de correspondencia: lpolo@correo.uts.edu.co – atello@correo.uts.edu.co – ntavera@correo.uts.edu.co

RESUMEN— La salud y seguridad en el trabajo es un área de gran importancia para la integridad de los empleados en el desarrollo de tareas en el trabajo en condiciones que pueden afectar su salud. Sin embargo, la participación activa de las empresas en este campo genera altos costos, debido al tiempo perdido al enviar a sus empleados para un diagnóstico o por contratar a otras empresas especializadas en el diagnóstico de enfermedades profesionales para el cumplimiento legal en los procesos de contratación de empleados. El siguiente desarrollo tecnológico consiste en la creación de una aplicación web que permita diagnosticar las enfermedades profesionales de los empleados. Este sistema permitirá el acceso desde cualquier computadora y en tiempo real, para hacer un registro y obtener una valoración de acuerdo con algunas categorías previamente estipuladas y consideradas como enfermedades profesionales. La aplicación web será fácilmente accesible y el diagnóstico se mostrará de manera ilustrada y respaldado por un profesional de la salud. De esa manera el usuario tendrá resultados iniciales de inmediato. Con esto, la aplicación responderá a las tendencias en el uso de los sistemas de información para optimizar los procesos.

Palabras clave- *Aplicativo, Web, Sistema, Diagnóstico, Laboral, Salud, Valoración.*

ABSTRACT— Health and Safety at Work is an area of great importance to the integrity of the employees in the development of tasks at work under conditions that may affect their health. However, to the company to have active participation in this field generates high costs, due to the time lost when sending their employees for diagnosis or by to hire other specialized companies in the diagnosis of occupational diseases for legal compliance in the processes of hiring employees. The next technological development consists in the creation of a web application that allows diagnosing employees' occupational diseases. This system will allow accessing from any computer and in real-time, to make a record and get a valuation according to some categories previously stipulated and considered as occupational diseases. The web application will be easily accessible, and the diagnosis will be shown in an illustrated way and endorsed by a health professional. That way the user will have initial results immediately. With this, the app will respond to trends in the use of information systems for optimizing processes.

Keywords— *Application, Web, System, Diagnosis, Labor, Health, Valuation.*

1. Introducción

Actualmente en las empresas existe un mecanismo sobre la forma en llevar los procesos en algunos casos de manera sistematizada y en otros de manera manual. En este caso el objeto de estudio se enfoca en el sector de la salud específicamente en la identificación de cada uno de las enfermedades laborales que surgen en algunas ocasiones por el desconocimiento. El desarrollo de un aplicativo web se encargará de la gestión de las principales tareas para el diagnóstico inicial de enfermedades laborales. De tal manera, que permita la sensibilización a todas las personas que integran una organización específica, sobre estrategias para proteger la salud de este gremio mediante un diagnóstico

oportuno, exámenes y seguimiento de estos aspectos para evitar enfermedades no identificadas a largo plazo de cada individuo. Existen diferentes especialidades entre ellas se encuentra la profesionalización de la administración de servicios preventivos de salud y seguridad en el trabajo en las empresas e instituciones cobrando fuerza y sintiéndose su impacto en la disminución de las enfermedades laborales y accidentes en el campo de trabajo. (Cabrera, 2015).

Se hace importante la necesidad que cada individuo dependiendo de su formación profesional y ambiente de trabajo debe conocer las enfermedades laborales a las que está expuesto en su día a día y de qué manera se puede contrarrestar este efecto. Evitando estas circunstancias

mediante chequeos médicos constantes y la creación de hábitos de vida saludable. Siendo la empresa pionera en ofrecer espacios para el esparcimiento de los trabajadores.

Por otro lado, se debe tener presente que el mejoramiento de la salud y seguridad en el trabajo es un imperativo por la globalización de la economía. (Rodríguez, 2011). De esta manera, se logra visualizar la importancia sobre el manejo en el diagnóstico oportuno de enfermedades laborales.

2. Planteamiento de la problemática

En el desarrollo de este proyecto se encontró la falta de uso de herramientas sistemáticas que contribuyan a un buen diagnóstico del empleado para evitar futuras enfermedades laborales que afecten la integridad física del individuo y que conlleven un gasto significativo para la Aseguradora de Riesgos Laborales con las empresas que se encuentran vinculada.

Los riesgos laborales y las dolencias asociadas a estos han aumentado. Sin embargo, se estima que el 60% de las enfermedades profesionales no se declaran. Enfermedades como: Síndrome de túnel carpiano (desorden muscular esquelético), la sordera neurosensorial, dermatitis ocupacional. Entre otras también se encuentran alteraciones dérmicas, trastornos osteomusculares o asma laboral son consecuencia directa del entorno de trabajo y, si no se tratan, pueden acarrear efectos secundarios peligrosos tanto para quien los sufre y para los entes legales que respaldan la integridad física de las personas.

Cuando el origen de una enfermedad no es claramente establecido y se diagnostica como común en el lugar laboral, el trabajador incurre en pérdidas económicas y asistenciales si es incapacitado. Si el diagnóstico es por enfermedad común, el sistema de salud le paga al trabajador afiliado el 66 por ciento del salario por los primeros 90 días y el 50 por ciento por los siguientes 90 días.

Independientemente de las causas de la enfermedad laboral se hace importante un Sistema que permita la identificación de estas enfermedades que permita su diagnóstico fiable y oportuno de los empleados. Mediante el uso de este aplicativo se accederá desde cualquier computador y en tiempo real realizar el respectivo registro de la información obteniendo valoración de acuerdo a unas categorías ya estipuladas y

consideradas como enfermedades laborales siendo estas avaladas por un profesional de la salud.

A medida que pasa el tiempo, las aplicaciones web se ha convertido en una necesidad básica en este caso su implementación en las empresas. Los continuos avances tecnológicos y la necesidad de innovación exigen una constante adaptación que permita mantenerse siendo competitivo en función al uso de nueva tecnología que optimizará los procesos de la empresa.

Se logra visualizar que proporcionar las herramientas de administración de los sistemas de salud y seguridad en el trabajo es un gran reto para las empresas debido al estilo de vida sedentario de las personas. (Cabrera, 2015). Las empresas pueden hacer su aporte ofreciendo espacios especializados en minorar esos hábitos sedentarios y evitar así mayores riesgos de enfermedades laborales.

2.1 Justificación

Las aplicaciones web en la actualidad cumplen con un papel importante en la automatización y gestión de la información, por medio de estas aplicaciones se busca almacenar grandes volúmenes de información, además son utilizadas para brindar un fácil acceso de la información permitiendo consultar de manera inmediata la información, con base en lo anterior se puede visualizar que actualmente en las Administradora de Riesgos Laborales, no cuentan con una herramienta computacional adecuada para almacenar información de este tipo, según reportes oficiales, la cantidad de esa clase de diagnósticos ha crecido de manera sustancial en varias patologías que se están volviendo cada día más comunes.

El número de diagnósticos de enfermedades profesionales se incrementó en el “Sistema General de Riesgos Profesionales en 111% entre los años 2002 y el 2005. La tasa de enfermedades profesionales se incrementó en 77 por ciento, al pasar de 22 a 39 por cada 100.000 trabajadores afiliados”. (Ministerio, 2017). De acuerdo, a las cifras anteriormente citadas, se observa un gran incremento de las enfermedades laborales. Entre los factores de importancia se encuentra que las empresas actualmente se están encargando de conocer las causales de las enfermedades del trabajador según diagnósticos oportunos.

Por consiguiente, esta herramienta web tendrá como misión beneficiar a las empresas que la implementen y a los afiliados a una Administradora de Riesgos Laborales (ARP), dado que se tendrá una herramienta funcional que permitirá diagnosticar y evaluar a los afiliados, además

de ofrecer un control óptimo que permita una organización estructurada.

Finalmente, con este proyecto se logrará que las empresas cuenten con un sistema de alojamiento de información a la medida, es decir, que este basado con las nuevas tendencias tecnológicas, razón por la cual se generara un impacto positivo y un mejoramiento en la calidad, en cuanto a investigación, asimismo será competente frente a otras que han implementado sistemas semejantes los cuales han generado enormes beneficios.

2.2 Objetivos

Desarrollar un aplicativo web en el lenguaje Java Web Framework Laravel y motor de bases de datos MySQL para el diagnóstico de enfermedades laborales según las disposiciones en el campo de Seguridad y Salud en el Trabajo.

2.2.1. Objetivos específicos

- Diseñar el modelado que defina el comportamiento para aplicativo mediante los diagramas de casos de usos e interacción que permite el diagnóstico de enfermedades laborales en el campo de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Desarrollar una interfaz gráfica que permita el desarrollo de los procesos del aplicativo según las disposiciones del primer objetivo y el rol utilizado.
- Crear una base de datos en MySQL que permita el registro y manipulación de toda la información correspondiente en el aplicativo.
- Validar la funcionalidad de las sesiones del prototipo web mediante la realización de pruebas de funcionamiento para la corrección de hallazgos encontrados.

2.3 Estado del arte

Existe diferentes herramientas que permite el proceso de realizar un diagnóstico exacto y en tiempo real. A continuación, la referencia de algunas encontradas:

Según la información disponible en la página oficial DiagnosMD (s.f.) el borrosificador usado trata funciones de pertenencia de varios tipos (singleton, triangulares, gaussianas, trapezoides y trapezoides extendidas), todas las funciones son normalizadas en los dos ejes. En DiagnosMD están definidas variables lingüísticas con valores posibles de nulo, muy bajo, bajo o leve, normal,

ligeramente alto, alto y muy alto, así mismo variables numéricas (especialmente resultados analíticos; si bien pueden expresarse estos como ausencia, muy bajo, bajo, normal, alto o muy alto). La base de conocimientos consta de 1.390.000 reglas dónde la mayoría son paralelas (no encadenadas) con implicaciones, siguiendo un formato de reglas. Como todo sistema experto, DiagnosMD tiene sus restricciones, y sólo sirve para pacientes que presentan una enfermedad, lógicamente no sirve para ayudar a diagnosticar varias enfermedades a la vez, de todas formas, el clínico puede introducir solo los datos relevantes de la enfermedad que pretende diagnosticar. (DiagnosMD, 2018).

Según la información disponible en la página oficial SANITCO (2009) SANITCO es un software de salud ocupacional diseñado para consultar información de su consultorio, centro médico o IPS desde cualquier lugar y dispositivo. El aplicativo le permite personalizar y automatizar la gestión médica, historial clínico, conservando los estándares semiológicos. Además de administrar de forma rápida, ágil y en tiempo real, desde cualquier dispositivo móvil toda la información de los pacientes, citas, ingresos, reportes, indicadores gráficos, entre otros. Desde cualquier lugar solo con tener una conexión a internet. (SANITCO, 2009)

Mycin fue uno de los primeros sistemas expertos que se usaron para diagnosticar enfermedades en medicina. El sistema podía identificar bacterias que causaban severas infecciones, tales como la bacteremia y la meningitis. Igualmente, podía recomendar antibióticos dosificados, basándose en el peso del paciente. El nombre del programa derivó de los antibióticos que tienen muchas veces el sufijo “mycin”. El sistema también se usó para diagnosticar enfermedades infecciosas de la sangre. (UNOCERO, 2013).

2.4 Marco teórico

- La ingeniería del software: es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software. Esta rama ofrece métodos o técnicas para desarrollar y mantener software de calidad que resuelven problemas de todo tipo, y trata áreas muy diversas de la informática y de las ciencias computacionales. (patponto, 2010).
- OMT (Object Modeling Technique): es una de las metodologías de análisis y diseño orientados a objetos, más eficientes que existen en la actualidad. La gran

virtud que aporta esta metodología es su carácter de abierta (no propietaria), que le permite ser de dominio público y, en consecuencia, sobrevivir con enorme vitalidad. Esto facilita su evolución para acoplarse a todas las necesidades actuales y futuras de la ingeniería de software. (InformatSucre, 2014).

- Objeto: es cualquier cosa, real o abstracta, acerca de la cual se puede almacenar información y de acuerdo a sus métodos interactuar con los procesos. Mediante el uso del método es la manera en la cual los datos de un objeto son manipulados. Estos son un tipo de objeto hacen solamente referencia a la estructura de datos de ese tipo de objeto. Estos no acceden directamente a la estructura de datos de otro objeto.
- Clase: es la que especifica la estructura del dato y los métodos operacionales permitidos que se aplican a cada uno de sus objetos. Es la que solicita una operación específica, esta petición debe ser llamada usando uno o varios objetos como parámetros.
- Modelo entidad-relación: es una técnica para definir las necesidades de información de su organización. Proporciona una buena base para sistemas de alta calidad dirigidos a satisfacer las necesidades de su empresa. Es una forma más simple implica identificar los asuntos de importancia dentro de una organización (entidades), las propiedades de estos asuntos (atributos) y como se relacionan entre sí (relación). (Barker, 1994).
- Entidad: Es una cosa, objeto, concepto, que la empresa reconoce que puede tener existencia independiente, y puedes ser identificado por sí mismo. Por lo general se utilizan sustantivos para identificar las entidades.

2.5 Marco Conceptual

- Sistemas computacionales abarcan el estudio de las bases teóricas de la información y la computación, así como su aplicación en sistemas computacionales. Existen diversos campos o disciplinas dentro de las Ciencias de la Computación o Ciencias Computacionales; algunos enfatizan los resultados específicos del cómputo (como los gráficos por computadora), mientras que otros (como la teoría de la complejidad computacional) se relacionan con propiedades de los algoritmos usados al realizar cómputos. Otros por su parte se enfocan en los problemas que requieren la implementación de cómputos. Por ejemplo, los estudios de la teoría de lenguajes de programación describen un cómputo,

mientras que la programación de computadoras aplica lenguajes de programación específicos para desarrollar una solución a un problema computacional concreto. La informática se refiere al tratamiento automatizado de la información de una forma útil y oportuna. No se debe confundir el carácter teórico de esta ciencia con otros aspectos prácticos como Internet. (COMPUTACION, 2004).

- Sistema: Es un conjunto de elementos relacionados entre sí que funciona como un todo. Se utiliza tanto para definir a un conjunto de conceptos como a objetos reales que contiene una organización.
- Sistema heredado: Es un sistema antiguo que aún proporciona servicios esenciales de negocio. Los sistemas heredados no son sólo sistemas de software de aplicación. Son sistemas socio - técnicos, por lo que incluyen procesos de negocio, software de aplicación, software de apoyo y sistema hardware.
- Enfermedad laboral: Condición de salud debido a los malos procesos y/o condiciones del lugar de trabajo realizando recurrentemente malas posiciones, exposiciones y otras condiciones más que con el tiempo provocan una enfermedad.
- Sistemas de información: Es un conjunto de elementos que interactúan en función a un propósito en este caso, procesar la información de los empleados de acuerdo a unas validaciones internas conocidos como diagnóstico previo de enfermedades laborales.

2.6 Alternativa de Solución

Según la investigación previa realizada sobre el tema de las enfermedades laborales más recientes la deficiencia en el proceso de diagnóstico oportuno en los empleados es una de las causales de gran importancia ya que las enfermedades avanzan de forma silenciosa causando malas condiciones de vida hasta ocasionar la muerte. Para evitar que incrementen el número de personas afectadas se busca la creación de un aplicativo web supervisado por un profesional de la salud para hacer eficiente el proceso de evaluación de las condiciones de salud del empleado y conocer sus resultados en tiempos óptimos que permitan: iniciar un tratamiento adecuado y oportuno. Por otro lado, iniciar el proceso de contratación de la empresa. Los puntos de referencia se relacionan a continuación:

- En primera instancia se identificarán las deficiencias en los diagnósticos.

- Se afianzará la información obtenida y se evaluará los procesos de diagnósticos.
- Luego se evaluará tanto el problema como la solución, por lo tanto, es necesario investigar sobre las enfermedades.
- Se procederá con la creación de los casos de usos y metodologías para el aplicativo web.
- Se harán pruebas de ejecución de los mismos y sus resultados.

Finalizado la ejecución de todos los procedimientos anteriores nombrados se logrará obtener como resultado un aplicativo web adecuado acorde a las necesidades para generar diagnósticos de enfermedades laborales.

2.6.1 Metodología propuesta

En la construcción del aplicativo web que permita mejorar los diagnósticos de las empresas, se implementará la metodología de Prototipado que permite entregar en tiempo corto un producto final funcional, moldeable y flexible capaz de acoplarse a nuevos desarrollos y aplicaciones, que cumpla con los requerimientos y las necesidades del usuario planteadas.



Figura 1. Metodología de Prototipado.

Para la implementación de Prototipado se utilizarán las técnicas para el levantamiento de la documentación inicial que permita determinar las necesidades a suplir con el desarrollo del aplicativo web; la ejecución del proyecto se desarrollará en cuatro fases:

2.6.2 Levantamiento de requerimientos

Para la fase de requerimientos se construirá un acta que contenga las necesidades del aplicativo web en cuanto a creación de usuarios, el diseño del sistema se orientará a la construcción de los diagramas de clases, entidad relación, de casos de uso y de base de datos.

2.6.3 Diseño del sistema

Para la fase del Diseño, se tendrán en cuenta los requerimientos planteados y las necesidades obtenidas, así se procederá a crear las entidades, los atributos y las relaciones y así mismo se le dará un Diseño al Modelo Relacional, según los requerimientos planteados en los casos de usos anteriormente se realizará un diseño de los métodos booleano, array, String, Integer, estos métodos nos permitirán crear, editar, modificar, actualizar, esto nos permitirá dar un resultado adecuado al usuario.

2.6.4 Desarrollo del prototipo

El desarrollo del prototipo consistirá en la construcción del aplicativo, creando las diferentes clases, atributos, métodos y objetos necesarios, utilizando el entorno de desarrollo Netbeans para hacer una aplicación JavaWeb con herramientas de Bootstrap, junto con el motor de base de datos MySQL administradas desde PhpMyAdmin.

2.6.5 Validaciones de funcionamiento

La información necesaria para la ejecución del proyecto se recopilará a través de observación, análisis e investigación quedando plasmada en el acta de requerimientos; para la fase de prueba que permitan realizar las respectivas validaciones al prototipo se plantearán situaciones reales que debe cumplir el software, la visualización de datos solo a modo consulta y la creación, modificación y eliminación de los registros.

2.6.6 Entrega y retroalimentación

Para el análisis y retroalimentación de resultados obtenidos se realizará una evaluación en la escala de 1 (No Funciona) a 5 (Si Funciona) que permita definir el nivel de solución de cada requerimiento planteado, estos resultados serán tabulados y promediados de modo que permitan interpretar el porcentaje global de cumplimiento del prototipo desarrollado.

2.6.7 Resultados esperados

Se observó en el aplicativo que el principal propósito de la interfaz gráfica se enfoca en el registro de cada paciente y la evaluación de una serie de factores que indicarán en que rango y que enfermedades pueden ser detectadas previamente. Por otro lado, el diseño de un motor de base de datos que permita el almacenar la información y realizar el debido procesamiento de los datos. Y finalmente el apoyo de Manuales de usuario y de instalación con una serie de indicaciones que permita a los diferentes roles realizar su implementación. Después del desarrollo del aplicativo web los resultados fueron los siguientes: En primer lugar, la presentación general de la página como lo muestra la siguiente figura.



Figura 3. Presentación inicial.

Los formularios de registro y acceso el cual permite la administración de la información dependiendo del rol con que se inicie sesión.

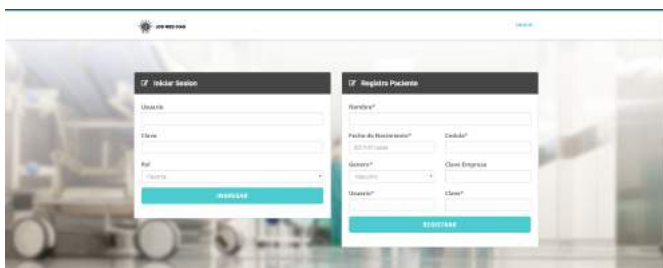


Figura 4. Formulario de registro e inicio de Sesión

Es de suma importancia, que los procesos que pueden realizar los usuarios sean claramente identificados y fácil acceso a ellos.



Figura 5. Servicios del aplicativo.

En la figura anterior, se observa los diferentes servicios ofrecidos mediante el uso del aplicativo web.

De acuerdo, con el desarrollo del proyecto se observará el funcionamiento del aplicativo web mediante pruebas funcionales que permita demostrar su funcionalidad frente a la problemática de diagnósticos erróneos y demoras en la entrega de resultados. Con el uso de las TIC se optimizará en los tiempos de atención respuesta de los resultados.

2.6.8 Estrategias de divulgación

Para la divulgación de este proyecto se hará el uso de un folleto para dar a conocer el producto y poder causar un gran impacto en este sector en donde se requiere el uso de esta herramienta.



Figura 6. Folleto de divulgación

De acuerdo al gráfico anterior, sería una buena estrategia de marketing para dar a conocer el aplicativo a las empresas y de esta manera pueda ser implementado.

2.6.9 Conclusiones

De acuerdo al anterior desarrollo tecnológico que permite ser la alternativa de solución a diferentes necesidades se concluye lo siguiente:

- El uso de un aplicativo web permite la gestión de la información y la optimización de los tiempos de procesamiento. En esta ocasión para el diagnóstico de enfermedades laborales y que están sean tratadas a tiempo.
- Al generar un exámen de salud ocupacional a tiempo y con un diagnóstico aceptado permite agilizar los tiempos de contratación.
- El mejoramiento de la calidad de vida para aquellas personas que tienen un diagnóstico oportuno para un tratamiento médico.
- La ejecución de actividades y resultados en tiempo real de acuerdo a la información suministrada.

2.6.10 Agradecimiento

Se realiza un especial agradecimiento al trabajo en equipo por las diferentes especialistas en el área: Abigail Tello Ríos y Nancy Tavera Castillo por su interés en la búsqueda de un desarrollo tecnológico que contribuya al mejoramiento de las condiciones en los procesos en las empresas.

Referencias

- [1] Alonso, F. (s.f.). INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE. Madrid: DELTA.
- [2] Barker, R. (1994). Modelo Entidad Relacion CASE*METHOD. Wilgmington: Addison-Wesley Iberoamericana. S.A.
- [3] Cabrera, J. A. (2015). Salud en el trabajo y Seguridad Industrial. En J. A. Cabrera, Salud en el trabajo y Seguridad Industrial (pág. 12). México D.F.: Alfaomega, Grupo Editor.
- [4] Carrillo, R. (2013). Arquitectura Servidor-Cliente. Barquisimeto.
- [5] COMPUTACION, I. A. (2004). BEHROUZ A. FOROUZAN. MEXICO: S.A. EDICIONES PARANINFO.
- [6] DiagnosMD. (Enero de 2018). Obtenido de <http://www.diagnosmd.com/index.php>
- [7] InformatSucre. (12 de 09 de 2014). InformatSucre. Obtenido de <https://informat sucre.wordpress.com/2014/09/12/la-metodologia-orientada-a-objetos-omt/0011-291.pdf>
- [8] MEJIA MAYA, F. (2008). Sistema para el diagnóstico de enfermedades profesionales, utilizando razonamiento basado en casos. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales. : Trabajo de grado Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones.
- [9] MONTESDEOCA TORRES, T. E. (2016). Sistema inteligente para el diagnóstico de enfermedades. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7388/1/T-UCCE->
- [10] Patponto. (28 de 12 de 2010). Blog Historia de la Informatica. Obtenido de <https://histinf.blogspot.com/2010/12/28/ingenieria-del-software/>
- [11] Portafolio. (29 de Marzo de 2007). Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/enfermedades-profesionales-aumento-475544>
- [12] PORTAFOLIO, R. (6 de Agosto de 2007). Portafolio. Obtenido de <https://m.portafolio.co/economia/finanzas/ARTICULO-MOVILES-AMP-342086.html>
- [13] Redacción, P. (04 de 08 de 2017). Portafolio. Obtenido de Portafolio: <https://m.portafolio.co/economia/finanzas/ARTICULO-MOVILES-AMP-342086.html>
- [14] Rodríguez, C. A. (2011). Salud y salud en el trabajo: Desafíos de la formación profesional. En C. A. Rodríguez, Salud y salud en el trabajo: Desafíos de la formación profesional (pág. 11). Madrid: Organización Internacional del Trabajo.
- [15] UNOCERO. (22 de 04 de 2013). Mycin: un sistema experto asombroso que no se usa. Obtenido de <https://www.unocero.com/ciencia/mycin-un-sistema-experto-asombroso-que-no-se-usa/>
- [16] RAMIREZ ZULUAGA, C. M. (2007). RAMIREZ ZULUAGA, Claudia M. Sistema para el diagnóstico de enfermedades profesionales basado en sistemas expertos. . anizales: Universidad Autónoma de Manizales: Trabajo de grado Ingeniería en Computación.
- [17] RAMIREZ ZULUAGA, C. M. (2011). Integración entre PSP y PMBOK aplicada al desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico e identificación automática de enfermedades profesionales. . Obtenido de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/36>
- [18] Roger S. Pressman, P. (2005). Ingeniería del software U N ENFOQUE PRÁCTICO. México, D. F: f The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [19] SANITCO. (2009). SANITCO. Obtenido de <https://www.sanitco.com/>
- [20] UNOCERO. (22 de 04 de 2013). Mycin: un sistema experto asombroso que no se usa. Obtenido de <https://www.unocero.com/ciencia/mycin-un-sistema-experto-asombroso-que-no-se-usa>

Prototipo de sistema termosolar para la generación de energía eléctrica a través del motor Stirling

Thermosolar system prototype for electricity energy generation through the Stirling engine

Miguel Angel Arias Cifuentes ^{1*}, Erika Viviana Moreno Rodríguez ¹, Maicol Cárdenas Hernández ¹

¹*Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Cafam, Colombia*

***Autor de correspondencia:** miguel.arias@unicafam.edu.co

RESUMEN– En la actualidad, las nuevas formas de producir energía eléctrica mediante procesos naturales, ha impactado positivamente al mejoramiento del planeta y la reducción en el uso excesivo de recursos no renovables y energéticos fósiles. Con esta finalidad se lleva a cabo este proyecto, haciendo énfasis en la generación de energía eléctrica autosustentable a partir de radiación solar y un prototipo de antena parabólica cromada captadora. En fases preliminares, se estudiaron conceptos sobre los colectores termosolares y los efectos termoeléctricos para seleccionar el modelo que se acoplaría al captador de energía solar “antena parabólica cromada”. Dentro de este proceso y teniendo como antecedentes la experiencia con las celdas Peltier, se optó por incluir un motor Stirling como colector termoeléctrico. El objetivo del proyecto consistió en desarrollar un prototipo de captación solar que, mediante un proceso de transformación energética, pasando de energía térmica a eléctrica y realizando un acople al captador termosolar desarrollado se apropiaran modelos de obtención de energía térmica, y gracias al modelo de aprovechamiento energético del motor Stirling, el cual mediante un ciclo termodinámico sencillo, permitió un prototipo que logra conservar energía eléctrica y usarla en procesos básicos como, la carga de una pila de teléfonos móviles celular o de almacenamiento energético. La fase inicial del proyecto se llevó a cabo mediante un marco metodológico cuantitativo y con enfoque exploratorio-descriptivo. Se tomaron mediciones para validar la cantidad de voltaje generado a través del motor Stirling que, en pruebas de laboratorio bajo parámetros controlados, generó un valor máximo de voltaje de 5,56 V y en campo con variables incontrolables 7,40 V, datos que representaron el buen comportamiento del motor y que permite realizar investigaciones de desarrollo adicionales.

Palabras clave– *celdas Peltier, ciclo termodinámico, colectores termosolares, compresión térmica, efectos termoeléctricos, expansión térmica, motor Stirling.*

ABSTRACT– Currently, the new ways of producing electricity through natural processes has had a positive impact on the improvement of the planet and the reduction in the excessive use of resources. With that purpose, the project was carried out, making emphasis on the self-sustaining electric power source based on solar radiation and a chromed parabolic antenna prototype. In preliminary phases, concepts of collectors, thermosolar and thermoelectric effects were studied to select which model would be coupled to the solar energy collector "chrome parabolic antenna". Within this process and taking into account the background of the experience with the Peltier cells, the Stirling engine was selected as the thermoelectric collector. The objective of the project was to develop a prototype of solar capture, through an energy transformation process from thermal to electrical energy and with the coupled of the solar collector developed appropriates the use of thermal energy models extraction through the Stirling engine working. Which a simple thermodynamic cycle develops a prototype that allows to conserve electrical energy and use it on basic processes such as charging a cell phone battery or energy storage. The first phase of the project was carried out through a quantitative methodological framework and with an exploratory-descriptive approach. The measurements were taken to validate the amount of voltage through the Stirling engine, which, in laboratory tests under controlled parameters, generated a maximum voltage value of 5.56 V and in the field with uncontrollable variables 7.40 V, data that represented the good behavior of the engine and allows to carry out additional development investigations.

Keywords– *Peltier cells, thermodynamic cycle, thermosolar collectors, thermal compression, thermoelectric effects, thermal expansion, Stirling engine.*

1. Introducción

“La necesidad de que Colombia adopte sistemas renovables para la generación de energía es inminente. En el país, la cogeneración solo aportó el 1% de la matriz

energética el año pasado, cifra que evidencia que queda un largo camino por recorrer” [1].

Un estudio realizado por la Unidad de Planeación minero-energética (UPME) plantea que en el año 2030 el país debe consumir un 30% de energías limpias o

renovables no convencionales y 70% de las fuentes tradicionales (hidroeléctrica y térmica [1].

La capacidad total de generación eléctrica en Colombia es estimada en 16.800MW, si bien está conformada en su mayoría por fuentes hidráulicas y pequeñas centrales hidroeléctricas, aún tiene una mínima participación de las fuentes no convencionales de energía renovable, que incluyen tipos como biomasa, solar, eólica, entre otras. Las dos últimas solo contribuyen con 0,02% de la generación total con cerca de 30 MW, aun cuando Colombia cuenta con una radiación solar promedio de 4,5 KW por metro cuadrado, con algunas zonas del Caribe que alcanzan 6 KW, mientras que el promedio global se ubica cerca de 3,9 KW [2].

Este proyecto se enfocó en el desarrollo de un prototipo que buscara representar un modelo de transformación termoeléctrica e informar sobre su aplicación en el entorno de las energías renovables en Colombia, a su vez crear una orientación para que a futuro se puedan implementar desarrollos en generación de energías alternativas, lo cual se está volviendo una necesidad a causa de los impactos ambientales. Por esta razón, se buscó hacer un análisis a fondo, mediante la experimentación en pruebas de campo con el prototipo “antena parabólica cromada” y el motor Stirling para aprovechar la energía solar generada en la ciudad de Bogotá, D.C.

Debido a la diversidad climática que posee Colombia, el proceso de estudio buscó caracterizar el prototipo elaborado, para brindar soluciones a futuro en el uso de energías autosustentables e implementarlo en otras ciudades. Además de brindar conocimientos a todas aquellas instituciones que precisaran investigar sobre energías renovables y el cuidado del medio ambiente.

De acuerdo con dos informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de una cuarta parte de las defunciones de niños menores de cinco años son consecuencia de la contaminación ambiental. Cada año, las condiciones insalubres del entorno, tales como la contaminación del aire en espacios cerrados y en el exterior, la exposición al humo de tabaco ajeno, la insalubridad del agua, la falta de saneamiento y la higiene inadecuada, causan la muerte de 1,7 millones de niños menores de cinco años [3].

En ese orden de ideas, la polución es catalogada como el principal riesgo medioambiental y de la salud. Es por ello que el uso de energías renovables a nivel mundial se ha convertido en una necesidad fundamental, debido a los

daños ambientales generados por el uso de fuentes energéticas convencionales. Basado en estos estudios, se generó el prototipo ya mencionado para que sea usado como alternativa de generación de energías limpias en el sector energético del país, de tal forma que permita directa e indirectamente a todos los ciudadanos de la región de estudio, unas mejoras tanto económicas como sociales.

El interés investigativo, el esfuerzo humano, ético y profesional de indagar y proponer posibles soluciones sobre problemáticas planteadas, es la labor principal que como ingenieros se inculca en el desarrollo profesional, con tal fin se planteó el proyecto como una alternativa viable y práctica para lo cual, mediante un análisis sectorial de la zona de interés, en este caso Bogotá, se lograra definir parámetros que a futuro fueran usados se extienda a otras regiones del país en las que sea aplicable.

El objetivo es realizar un prototipo de transformación de energía térmica a eléctrica mediante la elaboración de una antena termosolar parabólica que apropie los modelos de captación solar y de aprovechamiento energético del motor Stirling, para generar una carga efectiva y utilizable.

Los principios de la energía termosolar fueron definidos por Auguste Mouchot en 1860 el cual concibió la idea de elaborar máquinas de vapor con energía solar. Su interés era lograr construir una máquina capaz de extraer energía del sol de forma práctica.

En su deseo de obtener energía alternativa y económica, diferente a la tracción animal y al vapor originado en la combustión del carbón, Mouchot, en el verano de 1866 desarrolló su primer colector solar. En las siguientes dos décadas, él y su ayudante, Abel Pifre, construyeron los primeros motores de energía solar y los utilizó para varias aplicaciones. Estos motores se convirtieron en los precursores de los modernos colectores parabólicos. A su vez, en los años 80 varias experiencias demostraron su viabilidad [4] [5].

Mouchot demostró su primer motor solar en París en agosto de 1866 como se ve en la figura 1, ante el Emperador Napoleón III, y el inventor fue financiado para una fase de construcción más ambiciosa. En los próximos años, Mouchot construyó máquinas cada vez más grandes y se dedicó a escribir el primer libro dedicado a la energía solar: *Le “Chaleur Solaire et les Applications Industrielles”* (1869). Su publicación coincidió con el estreno de su motor más grande hasta el momento. Construyó un espejo en expansión debajo de una caldera de cobre de siete pies, una configuración que generó un respetable 45 psi de vapor [6].

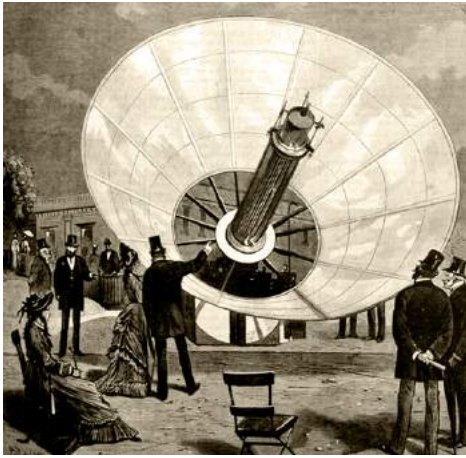


Figura 1: Concentrador solar de August Mouchot, 1866 [5].

Mouchot demostró su primer motor solar en París en agosto de 1866 como se ve en la figura 1, ante el Emperador Napoleón III, y el inventor fue financiado para una fase de construcción más ambiciosa. En los próximos años, Mouchot construyó máquinas cada vez más grandes y se dedicó a escribir el primer libro dedicado a la energía solar: *Le "Chaleur Solaire et les Applications Industrielles"* (1869). Su publicación coincidió con el estreno de su motor más grande hasta el momento. Construyó un espejo en expansión debajo de una caldera de cobre de siete pies, una configuración que generó un respetable 45 psi de vapor [6].

El motor de exhibición de Mouchot era pesado, con un espejo de más de 13 pies de diámetro y una caldera de 21 galones. Un día soleado en el Trocadéro, Mouchot generó siete atmósferas de presión en su caldera, creó una máquina de hielo y produjo un bloque de hielo solar. Los espectadores se desconcertaron ante la paradoja de poner en funcionamiento un horno para crear hielo, y el cosquilleo de la fantasía de los jueces hizo que Mouchot obtuviera una medalla de oro [6].

Algunos conceptos fundamentales para tener en cuenta y conocer más sobre el funcionamiento de los componentes presentes en el proyecto son:

- Disco parabólico: se compone básicamente de un reflector o conjunto de reflectores, que tienen forma de paraboloide de revolución. Además, poseen un receptor situado en el foco puntual de dicho paraboloide, y de un sistema de generación eléctrica compacto (un motor o una turbina más un alternador). Por lo general, el receptor y el sistema de generación suelen formar parte de un mismo conjunto [7].

- Motor de Stirling: El motor de Stirling dispone de un dispositivo denominado regenerador. Actúa como un sistema que almacena energía en cada ciclo. El calor se deposita en el regenerador cuando el gas se desplaza desde el foco caliente hacia el foco frío disminuyendo su temperatura. Cuando el gas se desplaza desde el foco frío hacia el foco caliente el regenerador suministra energía al gas aumentando su temperatura [8].

El ciclo ideal Stirling se compone de dos procesos isométricos (calentamiento y enfriamiento del fluido de trabajo a volumen constante) y dos isotérmicos (compresión y expansión a temperatura constante) [9].

La eficiencia termodinámica del ciclo ideal Stirling es igual a la de un ciclo de Carnot, trabajando a las mismas temperaturas de las fuentes de calor, lo cual se debe principalmente a la «regeneración» que se lleva a cabo durante los procesos a volumen constante del ciclo [9].

Sin embargo, en la práctica, es muy difícil que un motor de Stirling trabaje con el ciclo teórico debido, a la cinemática del mecanismo que transforma la energía térmica en mecánica impide reproducir exactamente los procesos del ciclo teórico como se muestra en la figura 2, lo que a su vez determina que la eficiencia sea menor que la de ciclo ideal [9].

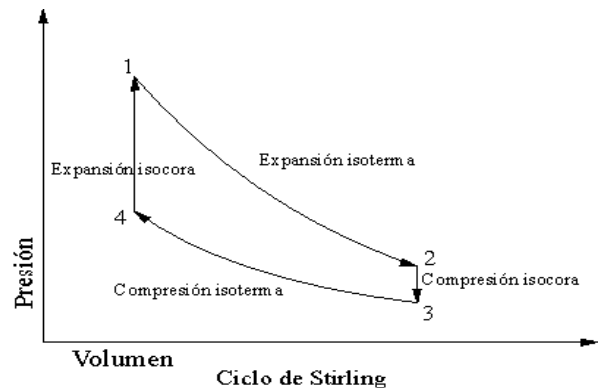


Figura 2. Ciclo Termodinámico del motor Stirling [10].

Los gases que se utilizan nunca llegan a salir del motor, lo que ayuda a reducir las emisiones de gases contaminantes, no tiene válvulas de escape que ventilen los gases de alta presión, al igual que pasa con el motor de gasolina o diésel. En el caso de que haya algún peligro, no tiene riesgos de explosiones. Debido a esto, los motores de Stirling son muy silenciosos [11].

Este motor tiene cuatro partes en su ciclo de funcionamiento o combustión como se ve en la figura 3, los dos pistones son los que cumplen todas las partes del ciclo [11]:

- Para empezar, se agrega calor al gas dentro del cilindro calentado. Esto genera presión y fuerza al pistón a moverse hacia abajo. Esta es la parte del ciclo de Stirling que hace el trabajo [11].
- Luego, el pistón izquierdo se mueve hacia arriba mientras que el pistón derecho se mueve hacia abajo. Estos movimientos van desplazando el gas caliente hacia el cilindro que está refrigerado por hielo. Al enfriarlo rápidamente disminuye la presión del gas y se puede comprimir más fácil para la siguiente parte del ciclo [11].
- El pistón comienza a comprimir el gas refrigerado y el calor generado por esa compresión se elimina por la fuente de enfriamiento [11].
- El pistón derecho se mueve hacia arriba mientras el izquierdo hacia abajo. Esto de nuevo hace que el gas entre al cilindro calentado donde se calienta rápidamente, generando presión y el ciclo se repite de nuevo [11].

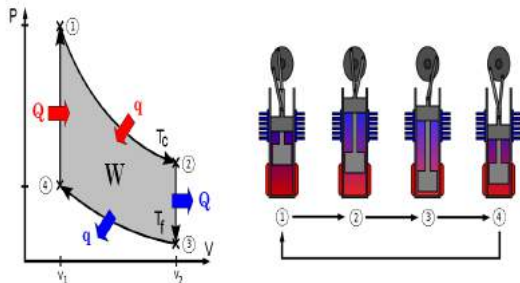


Figura 3: Esquema del ciclo termodinámico y comportamiento del pistón en el motor Stirling [12].

Se puede contar con tres tipos de motor Stirling inicialmente hablaremos del tipo *beta*, *alfa* y *gamma* para más información remítase a la referencia [13]. El implementado en este prototipo es el gamma, este tipo es derivado de beta, pero es más sencillo de construir.

Consta de dos cilindros separados en uno de los cuales se sitúa el desplazador y en otro el pistón de potencia. Los sistemas para enfriar y calentar son idénticos a los del tipo beta. Aquí el pistón y el desplazador deben de moverse desfasados 90 grados, lo cual se consigue mediante el cigüeñal adecuado ver figura 4 y 5.

La realización de esta investigación experimental contemplará la comprensión de los conceptos básicos de generación de energía eléctrica y así poder tener la capacidad de proponer mejoras a investigaciones existentes y generar nuevos planteamientos que sirvan en el desarrollo del proyecto.

Desde el campo práctico poder realizar experimentos que lleven a la producción de nuevas teorías o ensayos que aún sean desconocidas con el fin de verificar el correcto funcionamiento y optar por la creación de nuevos modelos energéticos mediante el uso del motor Stirling tipo gamma.

Con base en lo anterior, se acopló el motor Stirling a la antena para poder someter a diferentes temperaturas y captar la radiación solar y así este permita generar un voltaje necesario para encender un LED y captar energía eléctrica para cargar la batería de un celular u otro dispositivo.

2. Materiales y métodos

El proceso utilizado para esta investigación es de tipo exploratorio-descriptivo, mediante la revisión de varias fuentes, artículos de universidades, artículos de prensa, análisis secundarios, revisión de investigaciones similares, investigación evaluativa e investigación descriptiva.

Es innegable el compromiso por parte de la sociedad para diversificar modelos de energías autosustentables. Es por ello que desde el rol de estudiantes se buscó realizar un análisis experimental basados en un prototipo de “Antena termosolar” y algunos colectores termoeléctricos con el fin de aprovechar la energía solar producida en Colombia y dar soluciones a las problemáticas de uso energético y de impacto ambiental, por el uso excesivo de los recursos. Durante el desarrollo se buscó describir un fenómeno natural y realizar el modelamiento práctico para distinguir los procesos de conversión energética, específicamente el efecto termoeléctrico y de esta manera acondicionar parámetros para realizar modelos investigativos y desarrollos futuros.

Analizando el comportamiento del motor de Stirling, lo que permitió generar un diferencial de potencial medible para a futuro realizar el almacenamiento energético.

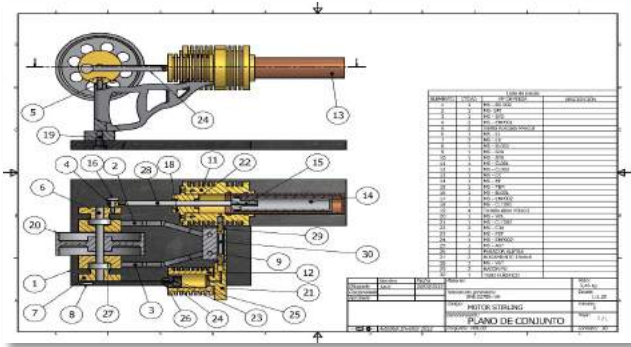


Figura 4. Plano Motor Stirling [14].

El plano con partes que componen del motor se muestra en la figura 4, en el plano se destacan las partes principales y de interés para el desarrollo de las mediciones requeridas. Por último, una vez se contaba con el motor Stirling dispuesto para el proceso de medición se verificó que las partes se encontraran en buen estado y funcionamiento, en la figura 5.

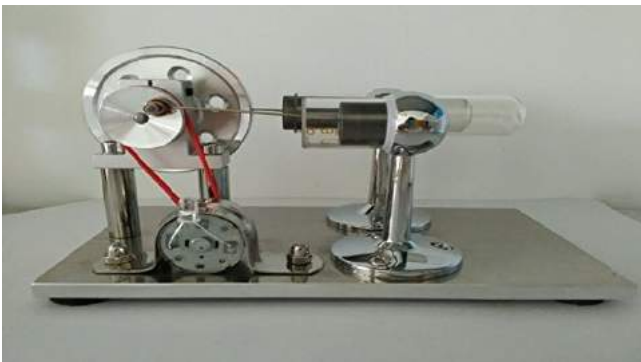


Figura 5. Motor Stirling SC001

Para realizar el proceso de medición con el motor Stirling se dispuso de dos escenarios, uno con variables controladas “prueba de laboratorio” y otro con parámetros no controlados “prueba en campo”; se usaron dispositivos de medición como lo es el multímetro y el termómetro para describir la temperatura alcanzada.

La segunda prueba en campo se realizó bajo exposición directa a la radiación solar en la que la antena parabólica reflejaba la energía térmica recibida hacia el foco del motor Stirling, el cual realizaba un proceso de transformación mecánico que culminaba con la producción de energía eléctrica con el dinamo que contaba el dispositivo y así encender el LED con el que se contaba como testigo de prueba.

3. Resultados

La verificación del funcionamiento del motor Stirling fue mediante la prueba de caracterización en el laboratorio con un mechero como fuente de ignición y así validar su funcionamiento, donde se midió las variaciones de voltaje. Los resultados obtenidos se presentan en la figura 6, una vez se tuvieron los datos tabulados se evidenció que llegaba a un punto de equilibrio pasados los 2 minutos de medición, entre 4,0V a 4,35V. Generando el interrogante de si, ¿Es posible obtener energía eléctrica para encender un LED y a futuro almacenarla para recargar dispositivos electrónicos?

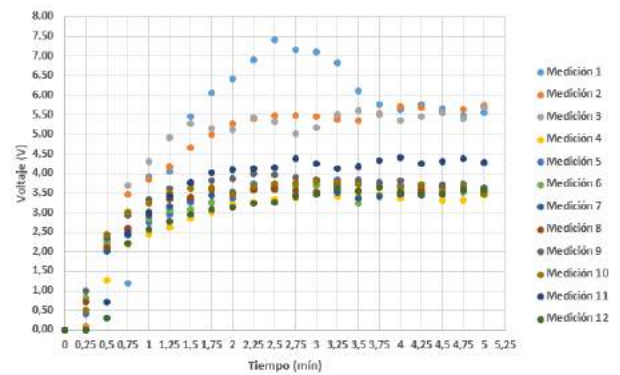


Figura 6. Caracterización del motor Stirling

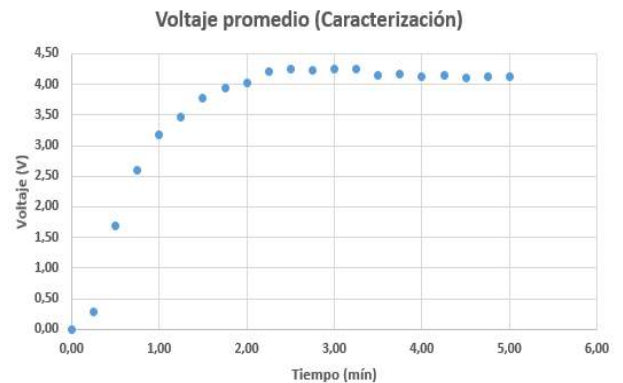


Figura 7. Voltaje promedio de la caracterización

Partiendo del cuestionamiento realizado, se acopló el motor Stirling a la antena termosolar parabólica, realizando el ajuste respectivo para implementar el Motor Stirling como se muestra en la figura 8.

Se sometió el motor de Stirling a radiación solar directa para tomar diferentes medidas que se muestran en la figura 9, se presentaron dificultades en la medición del voltaje, debido al cambio climático que tiene la ciudad de Bogotá, donde intervienen fuertes vientos y nubosidades

paulatinas que complicaban el proceso, estos parámetros son conocidos como “variables incontrolables” que afectan el proceso de medición. No obstante, se tomaron medidas en un rango horario de 11 de la mañana a 3 de la tarde, momento en el cual había una mejor percepción de la radiación solar y las variaciones por nubosidad y vientos fuertes eran mínimos, algo que en mediciones realizadas en horas de la mañana se presentaban con mayor intensidad.



Figura 8. Acople del motor Stirling a la antena



Figura 9. Pruebas en campo

La recolección de datos se realizó durante cinco días, donde en promedio se tomaron tres medias por día cada una de 3 minutos respectivamente, los resultados obtenidos se representan en la figura 10. Se evidencia que la mayoría de los datos sufren un comportamiento de crecimiento similar pero, recalando un crecimiento lento en mediciones tomadas en horas de la mañana

debido los índices de nubosidad y la presencia de fuertes vientos que disminuyen el poder calorífico de absorción en el foco del motor.

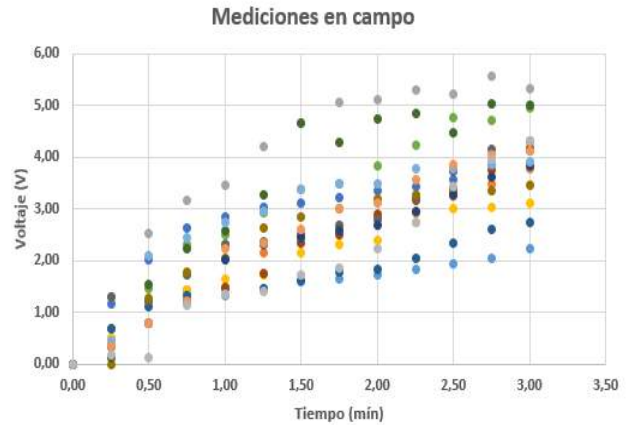


Figura 10. Mediciones en campo

Analizando el voltaje promedio que se obtuvo durante el proceso de medición, los cuales se representan en la figura 11, tiende a tener un comportamiento de crecimiento en contraste con los tomados en la caracterización debido a que el cilindro del motor no se calentaba de manera rápida por las variables incontrolables mencionadas con anterioridad, una vez se presente un proceso de radiación solar estable, con índices de nubosidad bajos y poco viento; la variación de voltaje tiende a ser más estable y estabilizarse alrededor de los 4-4,5 Voltios.

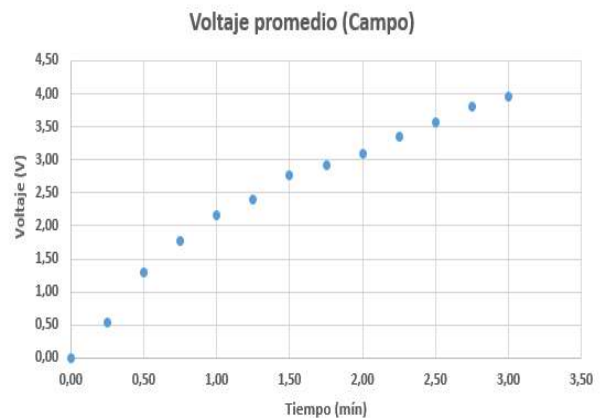


Figura 11. Voltaje promedio en campo

Es evidente que si se logran controlar los parámetros anteriormente mencionados el sistema puede generar una gran cantidad de energía y consecuentemente un

diferencial de potencial aprovechable para su almacenamiento. Comparando el voltaje promedio que se obtuvo en la caracterización con el voltaje promedio de la prueba en campo vimos que en la caracterización del motor al ser sometido a un proceso de ignición artificial alcanza el voltaje en menor tiempo debido a que el cilindro se calienta de forma rápida, fenómeno que no sucede en las mediciones en campo, que tiende a tomar más tiempo. En la figura 12 se visualiza este comportamiento.

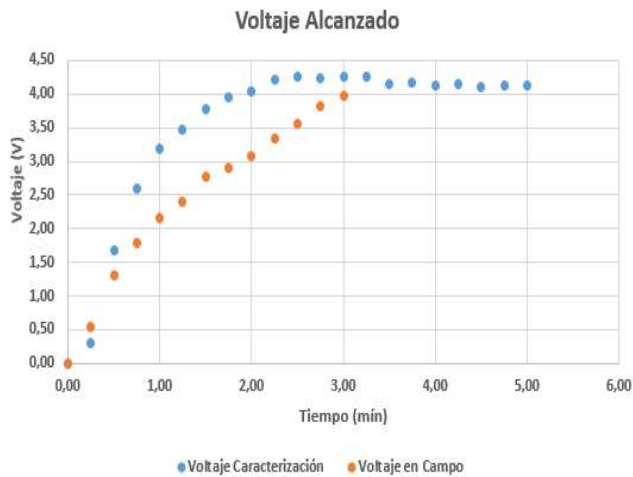


Figura 12. Comparación voltajes alcanzados.

Como valor representativo en el proceso de caracterización se obtuvo 7.4V capaz de encender un bombillo led, y durante la prueba en campo un valor de 5.56V, es fundamental poder contar con procesos de radiación mucho más estables, para que el motor Stirling tipo Gamma pueda llegar a generar la cantidad de energía necesaria para los procesos que serán desarrollados.

Se cumple con lo esperado para el proceso de caracterización y su comportamiento en contraste con los datos tomados en las pruebas de campo no son tan distantes, dando así validez al objetivo e interrogante planteado para proceder a realizar investigaciones futuras.

4. Conclusiones

El funcionamiento del motor Stirling es óptimo para cumplir el objetivo de este proyecto, ya que obtuvimos una diferencia de potencial suficiente para generar energía eléctrica y posteriormente ser utilizada en la carga de baterías para dispositivos electrónicos. En trabajo futuros es necesario la implementación de un motor Stirling tipo beta ya que no requiere el mismo potencial de energía solar para su óptimo funcionamiento y se acoplaría mejor

al clima de Bogotá, aunque el motor tipo gamma cumple con los requerimientos sería más aconsejable utilizarlo en climas más templados o cálidos donde la nubosidad y el aire frío no esté presentes.

Otra perspectiva es la implementación de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica para así utilizarla, también la implementación de un receptor térmico para que la antena se oriente y realice su proceso de captación energética que permita mover la antena en la dirección en la cual este la radiación, optimizando el proceso durante todo el día de manera continua y sin necesidad de estar revisando donde está el foco de radiación.

5. Agradecimiento

Es importante que desde la producción del conocimiento contenemos con orientadores que se apasionen de igual manera como un estudiante lo hace en su proceso investigativo, en este momento queremos agradecer al profesor Maicol Cárdenas Hernández quien, desde su rol de docente en la Fundación Universitaria Cafam, nos brindó su apoyo y conocimiento para el desarrollo de este trabajo, de igual manera extender un caluroso abrazo a Unicafam y a cada uno de sus miembros quienes día a día generan cambios importantes en la vida de muchas personas y sobre todo definen el camino para que un profesional sea exitoso en el campo en el que se desenvuelva.

6. Referencias

- [1] M. Ambiente, «Dinero,» 04 09 2018. [En línea]. Available: <https://www.dinero.com/pais/articulo/colombia-avanza-en-generacion-de-energias-renovables/257078>. [Último acceso: 15 05 2019].
- [2] A. O. Cardona, «LR La República,» Editorial La República S.A.S, 22 03 2018. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/especiales/minas-y-energia/energia-solar-y-eolica-suman-002-del-total-de-generacion-actual-en-colombia-2613069>. [Último acceso: 10 05 2019].
- [3] N. Osseiran, «who.int,» Organización Mundial de la Salud, 06 03 2017. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/detail/06-03-2017-the-cost-of-a-polluted-environment-1-7-million-child-deaths-a-year-says-who>. [Último acceso: 17 05 2019].

- [4] A. P. Masa, «Alpoma.net,» Obsolescencia, 19 08 2014. [En línea]. Available: <https://alpoma.net/tecob/?p=9996>. [Último acceso: 21 05 2019].
- [5] L. A. GENERATOR, «landartgenerator.org,» 29 02 2012. [En línea]. Available: <http://landartgenerator.org/blagi/archives/2004>. [Último acceso: 13 05 2019].
- [6] P. Collins, «Cabinetmagazine.org,» Cabinet, 2002. [En línea]. Available: <http://www.cabinetmagazine.org/issues/6/beautifulpossibility.php>. [Último acceso: 09 05 2019].
- [7] C. P. Velazco, «oa.upm.es,» UPM, 07 2012. [En línea]. Available: http://oa.upm.es/14011/1/PFC_CARMEN_PAREDES_VELASCO.pdf. [Último acceso: 13 05 2019].
- [8] A. F. Garcia, «sc.ehu.es,» Física, estadística y termodinámica, 2007. [En línea]. Available: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/estadistica/termodinamica/stirlingg/stirling.html. [Último acceso: 14 05 2019].
- [9] G. L. Cacho, «guzlop-editoras.com,» 07 2011. [En línea]. Available: https://guzlop-editoras.com/web_des/ing01/mecanica/pld0126.pdf. [Último acceso: 16 05 2019].
- [10] Á. d. M. y. M. Térmicos, «ubu.es,» 2001. [En línea]. Available: <http://www2.ubu.es/ingelec/maqmot/StirlingWeb/maquinas/maquinastermicas.htm>. [Último acceso: 19 05 2019].
- [11] G. Portillo, «Renovablesverdes.com,» Ahorro energético, 07 2016. [En línea]. Available: <https://www.renovablesverdes.com/motor-stirling/>. [Último acceso: 21 05 2019].
- [12] D. S. O. Revelo, «slideplayer.es,» Departamento de ciencias y energía mecánica, 2019. [En línea]. Available: <https://slideplayer.es/slide/1646375/>. [Último acceso: 12 05 2019].
- [13] A. Duato, «seas.es,» BlogSeas, 03 06 2016. [En línea]. Available: https://www.seas.es/blog/disenio_mecanico/tipos-de-motor-stirling/. [Último acceso: 01 05 2019].
- [14] M. Narisar, «http://aeongroup.asia,» 19 02 2017. [En línea]. Available: <http://aeongroup.asia/planos-motor-stirling-casero-76/#user>. [Último acceso: 18 05 2019].
- [15] «Energiasolar.mx,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.energiasolar.mx/inventos/historia-energia-solar.html>. [Último acceso: 17 05 2019].

Sistema de gestión y solicitud de citas médicas para estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander.

Management system to request medical appointments for students of Unidades Tecnológicas de Santander

Abigail Tello Ríos ^{1*}, Leydi Johana Polo Amador ^{2*}, Nancy Tavera Castillo ^{3*}

¹ Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías o, Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

²ⁿ Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías o, Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

³ⁿ Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías o, Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

*Autor de correspondencia: – atello@correo.uts.edu.co - lpolo@correo.uts.edu.co– ntavera@correo.uts.edu.co

RESUMEN– El propósito de la siguiente aplicación es facilitar la solicitud de citas médicas a los estudiantes de UTS, a través de un sistema de información, que permitirá crear un perfil de cada estudiante y luego realizar varios procesos, como solicitar citas médicas, tratamiento o pedir una receta de los especialistas. Por lo tanto, habrá una mejor comunicación entre el personal médico y los estudiantes. Además, la aplicación llevará un registro de la información médica sobre las citas proporcionadas por este servicio institucional. La codificación del programa se realizará a través del lenguaje de programación PHP, Laravel Framework y un motor de base de datos en MySQL, utilizando métodos y bibliotecas para el desarrollo de cada característica de esta aplicación, que se mencionará más adelante. Esta aplicación busca mejorar el servicio de salud en UTS, a través de la sistematización del proceso y el uso de un sitio web. Esto significa un mejor servicio disponible para todos los usuarios y ajustado a sus necesidades, y también un mejor acceso al servicio, mejorando las condiciones e innovando con el uso de la infraestructura tecnológica que optimizará los tiempos de solicitud.

Palabras clave- Sistema, Diagnóstico, Aplicativo, Salud, Sistematización, Valoración, Servicio.

ABSTRACT– The purpose of the following application is to facilitate the request of medical appointments to UTS' students, through an information system, which will allow creating a profile of each student and then they can to do several processes, such as to request for medical appointments, treatment or to ask for a prescription from specialists. In another hand, there will be better communication between medical staff and students. Also, the application will take a record of the medical information about appointments provided by this Institutional service. The coding of the program will be done through the PHP programming language, Laravel Framework and a database engine in MySQL, using methods and libraries for the development of each feature of this application, which will be mentioned later. This application seeks to improve the health service in UTS, through the systematization of the process and the use of a website. This means a better service available for all users and adjusted to their needs, also better access to service improving the conditions and innovating with the use of technological infrastructure that will optimize the times of request.

Keywords–System, Diagnostics, Application, Health, Systematization, Valuation, Service.

1. Introducción

De acuerdo al auge en el uso de las nuevas tecnologías para la sistematización de los procesos dejando un registro virtual acerca de la información de ese propósito. El sector de la salud se encuentra frente a un gran desafío

de involucrar el uso de sistemas de información que contribuyan a un buen diagnóstico de las diferentes enfermedades y más que ese a ofrecer un servicio más dinámico en cuanto a la solicitud del servicio, entrega de resultados de exámenes, consulta del historial clínico del paciente.

En ese sentido los usos de los sistemas de información contribuyen a la gestión en seguridad y salud en el trabajo, se proyecta como un modelo de planeación, ejecución y evaluación de todas las actividades que se desarrollen, bajo políticas gerenciales que se dirijan hacia un mejoramiento continuo, dentro de un manejo racional de los peligros y mejoramiento de las condiciones de salud de los individuos en cuanto servicios por falencias de su bienestar en general. (Mancera, 2018).

Es de vital importancia que la información se encuentre segura mediante el almacenamiento masivo en diferentes elementos. Por otro lado, se debe tener en cuenta que los sistemas de información deben asegurar el rendimiento adecuado para los servicios requeridos ofreciendo seguridad, integridad de la información y en tiempo real. (Palomares, 2017)

Por otro lado, se debe tener presente que el mejoramiento de la salud y seguridad en el trabajo es un imperativo por la globalización de la economía. (Rodríguez, 2011).

De esta forma, se ve reflejado la importancia sobre el uso de los sistemas de información en el sector de la salud.

2. Planteamiento de la problemática

La idea de este proyecto surge de la necesidad de hacer el uso de un sistema de información que optimice la solicitud del servicio de citas médicas y posteriormente el registro y seguimiento del mismo de la información de cada uno de los usuarios de este servicio. En vista, que se considera un problema antiguo ya que por años el almacenamiento de datos se realizó de forma escrita. La tecnología avanza a pasos inmensos día a día y los requerimientos son cada vez mayores en el manejo de datos. En la actualidad los sistemas de información brindan acceso rápido a los datos y una automatización de procesos administrativos, con ello se ejecuta y controla una serie de procesos.

La problemática en los consultorios médicos de las Unidades Tecnológicas de Santander se caracteriza por la carencia de un sistema informático unificado de las diferentes especialidades de salud las cuales son: medicina general, odontología y fisioterapia donde se pueda registrar y almacenar la información completa del paciente en este caso los estudiantes de la institución y llevar una agenda médica de citas. Con el desarrollo del sistema se tendrá accesibilidad y disponibilidad

inmediata de los datos del paciente, reducirá los errores de registros, se evitará la duplicidad de información, intercambio de información y comunicación con otro profesional sobre el paciente. Reduciendo notablemente el tiempo de atención en cuando en la asignación de citas.

La función en el desarrollo del aplicativo web es poseer un sistema informático completo donde se encuentre los datos detallados para tener un control y manejo organizado de las historias médicas, las solicitudes de citas en línea y el tratamiento propuesto por el profesional de salud. se ha evidenciado en la comunidad Uteista el inconformismo debido a la falta del sistema para agendar sus citas en línea , ya que por motivos de tiempo no cuentan con disponibilidad para realizar la solicitud de manera presencial como actualmente se realiza. Es de vital importancia el cuidado de la salud de los estudiantes por lo tanto en este proyecto se busca garantizar una eficiencia en la atención y servicio de salud.

Por consiguiente, con el diseño e implementación de este sistema informático se prevé ayudar de manera óptima y significativa en el servicio de salud. En esta ocasión la gestión, prevención, promoción de la salud, diagnóstico o tratamientos, que ofrece las Unidades Tecnológicas de Santander en el área de Bienestar Institucional.

Con base en lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación. ¿De qué manera el desarrollo de un aplicativo web que permita el registro de las hojas de vida de los estudiantes, las solicitudes de citas en línea y seguimiento de citas médicas, simplifique los procesos en el control y manejo eficiente en el servicio de salud de las Unidades Tecnológicas de Santander?

2.1 Justificación

Actualmente las diferentes empresas independientemente de su campo de desarrollo están haciendo el uso de diferentes herramientas sistemáticas que permiten el trabajo colaborativo, registro de información y la búsqueda de la misma con resultados en tiempo real. Obteniendo de esta manera la optimización de procesos que anteriormente se llevaban de manera manual.

Los problemas de salud por su origen multifactorial resultan difíciles de abordar y resolver, es por ello que el desarrollo de una aplicación web, ofrece la metodología y los instrumentos necesarios para analizar las causas y

proponer alternativas de solución mediante diversos métodos tecnológicos a la vanguardia de las comunicaciones.

El aplicativo que se quiere implementar dará solución efectiva al poco control que se tiene en el manejo de asignación de citas médicas, este desarrollo busca mejorar e impulsar más el servicio que ofrece la Institución, tanto para los estudiantes como para el personal encargado.

Mediante el uso de esta plataforma significará para las UTS, una ventaja ya que, al contribuir con el medio ambiente por la disminución del uso de papel, registrar el histórico de los estudiantes que usan este servicio de forma constante, así como llegar a la comunidad estudiantil que por alguna razón no lo usa, teniendo una mayor captación de usuarios

2.2 Objetivos

Desarrollar un aplicativo web en el lenguaje Java con el Framework Laravel y base de datos MySQL que permita el registro de las hojas de vida de los estudiantes y la gestión de las solicitudes de citas médicas de los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander.

2.2.1. Objetivos específicos

- Diagramar el comportamiento del sistema de información mediante el uso de Casos de Uso y diagramas de Secuencia que faciliten la identificación de los requerimientos funcionales y no funcionales.
- Diseñar una interfaz amigable que permita la interacción con la información del proceso medico mediante el uso de tecnologías para la toma de decisiones sobre la salud del paciente.
- Construir la base de datos de los pacientes donde registre la información necesaria para generar la historia clínica y con ello tener disponibilidad de agendamiento de citas en línea.
- Validar el funcionamiento de los módulos del sistema de información, mediante pruebas de registro y solicitudes de citas médica.

2.3 Estado del arte

El lenguaje de programación Java para la sociedad ecuatoriana de pro-rehabilitación de lisiados, en el cual se encontraba en un constante crecimiento de pacientes donde se realizan exámenes y terapias, los estudiantes decidieron implementar este software dándole solución a la pérdida de información de los pacientes, ya que esta

gestión de datos se realizaba de forma manual y sufría en varias ocasiones la duplicidad de la misma. (Cantillo, 2007).

En el trabajo fin de grado de la Escuela de Ingeniería Informática de la Universidad de las palmas de gran Canaria en España, los estudiantes Romero y Sánchez crearon un aplicativo web para la creación y revisión de historias clínicas online; debido a las nuevas tecnologías despertaron su interés en crear la herramienta informática que ayuden en las labores del personal sanitario en gestionar las historias clínicas desde el inicio a su posterior consulta. (Romero, 2017).

El proyecto de grado de los estudiantes Galeano, Barros, Sosa y Gallego de la Universidad Sergio Arboleda titulado plataforma Agenda única de salud, permite la búsqueda de citas odontológicas de urgencias y consulta externa. (Gallego, 2018)

En las características que los estudiantes asignaron están para los pacientes la búsqueda de especialista con la opción de recordatorio móviles por medio de alertas y notificaciones mediante correo electrónico y para los especialistas ofrecer paquetes donde sus pacientes accedan vía online para solicitar citas de manera directa por la plataforma diseñada de esa manera brindar servicios innovadores en el servicio de salud con la ayuda de las nuevas tecnologías.

2.4 Marco teórico

Con la aparición de internet y nuevas conexiones de alta velocidad disponibles al público, se ha alterado de manera significativa la forma de trabajar de millones de personas, mejorando el espacio tiempo. El uso de estas nuevas tecnologías nos permite el desarrollo y diseño de herramientas que agilizan los procesos, mejoran servicios, teniendo una información veraz y completa. Con el fin de mejorar la productividad y el rendimiento de la de la institución, es fundamental evaluar las técnicas actuales y la tecnología disponible para desarrollar sistemas que ofrezcan eficiencia y eficacia en gestión de la salud.

El lenguaje Java tiene su propia estructura, reglas de sintaxis y paradigma de programación. El paradigma de programación del lenguaje Java se basa en el concepto de programación orientada a objetos (OOP), que las funciones del lenguaje soportan. Estructuralmente, el lenguaje Java comienza con paquetes. Un paquete es el

mecanismo de espacio de nombres del lenguaje Java. Dentro de los paquetes se encuentran las clases y dentro de las clases se encuentran métodos, variables, constantes, entre otros. (IBM Developer, 2019)

El modelo entidad-relación es una técnica para definir las necesidades de información de su organización. Proporciona una buena base para sistemas de alta calidad dirigidos a satisfacer las necesidades de su empresa. Es una forma más simple implica identificar los asuntos de importancia dentro de una organización (entidades), las propiedades de estos asuntos (atributos) y como se relacionan entre sí (relación). (Barker, 1994).

Los Framework son un conjunto de utilidades o módulos ya programados que toman como base una programación nativa en una tecnología y “evolucionan” el lenguaje base para hacerlo más operativo y modular. Las ventajas de desarrollar con Framework es que igualmente se tiene acceso a todo el código permite el desarrollo con unos estándares que permiten organizar el proyecto y facilitar su futuro mantenimiento y escalabilidad. (Synergy Internet S.L., 2018).

2.5 Marco Conceptual

Son aquellas que abarcan el estudio de las bases teóricas de la información y la computación, así como su aplicación en sistemas computacionales. Existen diversos campos o disciplinas dentro de las Ciencias de la Computación o Ciencias Computacionales; algunos enfatizan los resultados específicos del cómputo (como los gráficos por computadora), mientras que otros (como la teoría de la complejidad computacional) se relacionan con propiedades de los algoritmos usados al realizar cómputos. Otros por su parte se enfocan en los problemas que requieren la implementación de cómputos. Por ejemplo, los estudios de la teoría de lenguajes de programación describen un cómputo, mientras que la programación de computadoras aplica lenguajes de programación específicos para desarrollar una solución a un problema computacional concreto. La informática se refiere al tratamiento automatizado de la información de una forma útil y oportuna. No se debe confundir el carácter teórico de esta ciencia con otros aspectos prácticos como Internet. (COMPUTACION, 2004).

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí que funciona como un todo. Se utiliza tanto para definir a un conjunto de conceptos como a objetos reales que contiene una organización.

Un sistema heredado es un sistema antiguo que aún proporciona servicios esenciales de negocio. Los sistemas heredados no son sólo sistemas de software de aplicación. Son sistemas socio - técnicos, por lo que incluyen procesos de negocio, software de aplicación, software de apoyo y sistema hardware.

2.6 Alternativa de Solución

La implementación de un aplicativo web, como solución del problema a tratar presentan las particulares ventajas; óptima solución al paciente y su tratamiento, menos tedioso el diligenciamiento de formatos logrando una satisfacción en la prestación del servicio por parte de la universidad, cumpliendo las expectativas para lo cual se ha desarrollado esta investigación.

En cuanto a los alcances de la aplicación a desarrollar, pretende que su implementación, éste tenga la capacidad de permitir la asignación de citas médicas o conocer información de las características más relevantes, el cual será de apoyo a los diferentes procesos del consultorio medico

La aplicación web permitirá la integración de servicio de salud, el cual permitirá llevar un control preciso de sus pacientes, la aplicación web estará disponible en los equipos necesarios, para su fácil manejo y optima funcionalidad, se busca registrar los datos básicos previos y posteriores a las citas así como también la elaboración de una agenda de servicio, esto con el fin de facilitar a pacientes y funcionarios el acceso a la información en tiempo real, mejorando las condiciones del servicio de salud.

Al final este aplicativo justificara su implementación pues era una implementación requerida para el avance tecnológico de la universidad. Además, contribuirá con la promoción del sistema de salud, haciendo su servicio más confiable y completo, optimizando su prestación en este servicio. Podrá tenerse la información completa y detallada de cada paciente, así como el control en sus medicamentos para el tema médico, como también el control odontológico y fisioterapéutico.

2.7. Metodología propuesta

En la planificación del sistema de información se hace necesario hacer el uso de unas fases que permitan implementar un método o marco de trabajo para estructurar y controlar el desarrollo del sistema informático a realizar; con el objetivo de implementar una metodología que permita el uso de las técnicas

modernas que permitan una buena construcción del software. El modelo a utilizar en este proyecto es secuencial, también llamado cascada en el que posee un conjunto de etapas que va una tras otra. El modelo está diseñado para que en cada etapa se revise robustamente y así avanzar a la siguiente fase, de esta forma cualquier error es detectado y solucionado antes de finalizar con el proyecto. A continuación, se visualizará las fases que abarca esta metodología en este proyecto:

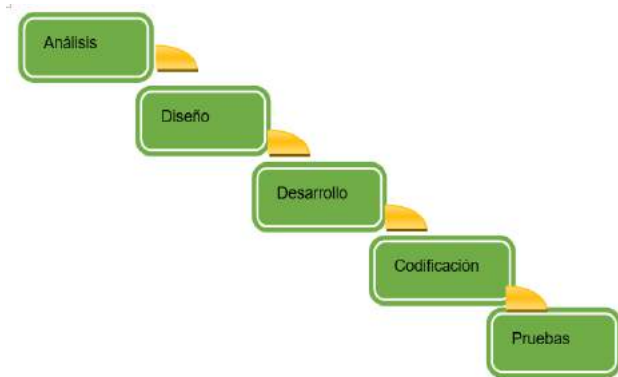


Figura 1. Modelo en cascada.

Para el desarrollo del proyecto se tendrá presente el cumplimiento de las diferentes actividades en las siguientes fases:

2.7.1. Análisis:

En esta fase se plantea las necesidades y requerimientos funcionales, se traza un plan o un modelo para el desarrollo del software como lo es:

- Analizar las carencias o necesidades del problema a solucionar de esta manera plantear el objetivo a cubrir con el desarrollo del aplicativo.
- Especificar los requisitos de esta forma tener una base de estimación en cuanto riesgos, costos y tiempo
- Identificar los cambios que se requiere en el sistema.
- Definir todo lo que requiere el sistema
- Seleccionar el lenguaje de programación y el motor de base de datos
- Establecer el objetivo general y los objetivos específicos

2.7.2. Diseño:

Esta fase se enfoca de lleno en cuanto a diseño o módulos del aplicativo, describiendo la estructura y arquitectura del mismo. Definir las entidades, relaciones de base de datos y lenguaje de programación elegido.

- Diagrama de casos de uso
- Describir el diseño detallado
- Implementar la arquitectura elegida
- Creación de la base de datos.

2.7.3. Desarrollo

Se realizan los algoritmos y codificación necesaria para cumplimiento de requerimientos.

- Interface de los módulos de los usuarios
- Definición de los algoritmos empleados
- Organización del código para comenzar a implementar.

2.7.4. Codificación:

Se implementa el código fuente y realizando ensayos para corregir errores

- Crear bibliotecas y componentes para facilitar proceso de programación
- Codificación del aplicativo y la base de datos
- Usar prototipos de ensayos para corregir errores
- Códigos necesarios a implementar en el servidor

2.7.5. Pruebas:

Ensamble para componer el sistema y comprobar el correcto funciona y cumplimiento requisitos en su totalidad.

- Ejecutar el aplicativo
- Revisión y verificación del aplicativo
- Validar su correcto funcionamiento.

2.7.4. Resultados esperados:

Luego del Desarrollo y diseño del aplicativo que permite mejorar las condiciones actuales del proceso de asignación de citas y atención de usuarios. Mediante el uso de este sistema se tendrá mayor control en las citas médicas de la Institución de manera eficaz, con la ventaja del uso del aplicativo web que garantiza un manejo fácil para los usuarios. Luego del desarrollo tecnológico desarrollado este fue el resultado final:

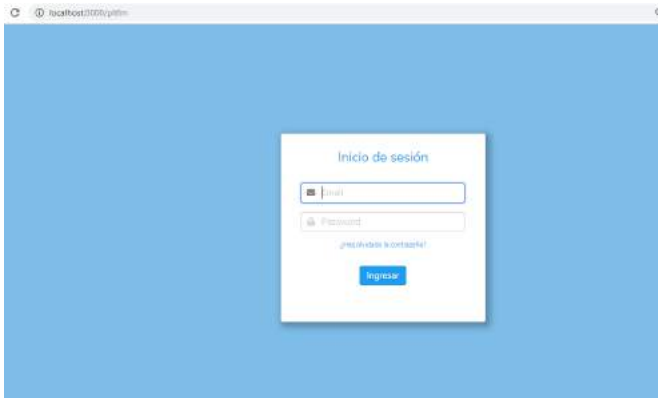


Figura 2. Formulario Inicio de sesión

Se realizó la creación de tres roles diferentes: Administrador, Paciente, Especialista. Con el propósito que cada usuario realice su respectivo proceso de autenticación y en cada usuario



Figura 3. Formulario registro de datos.

Mejorar el proceso para la programación, cancelación o reprogramación de citas médicas, odontología y fisioterapia para los estudiantes de las unidades tecnológicas de Santander agilizando y simplificando el mismo mediante el uso de las nuevas tecnologías.



Figura 4. Formulario solicitud de cita médica

Permitirá el aumento significativo en el uso por parte de la comunidad estudiantil del servicio médico prestado por la Institución. Este aumento se verá reflejado con la mejora y calidad del servicio con el tiempo que empleaba el profesional médico llenando los formatos, lo aprovechará interactuando con el paciente. Entre otros resultados obtenidos y beneficios son:

- Desarrollo y diseño que permite mejorar las condiciones actuales del sistema de control de citas médicas de la universidad de manera eficaz, con la ventaja del aplicativo web se garantiza un manejo fácil para los usuarios.
- Seguridad en el aplicativo que será utilizado por el administrador para realizar el mantenimiento pertinente, consultar las bases de datos, registros de acceso y de procesos y tendrá en cuenta todas las prácticas de seguridad de aplicaciones que garanticen la confiabilidad de funcionamiento
- Control de Usuarios que administrara el registro y acceso de usuarios, su mantenimiento, actualización y manual de usuario y tutoriales.
- Agenda Médica donde se llevará el control de las citas médicas, el aplicativo proporciona un calendario donde se ve reflejado la disponibilidad de horarios y especialidades que ofrece la universidad
- Sistematización de los procedimientos en el diagnóstico laboral con el objetivo de tener la información completa del paciente, así como también los medicamentos anteriormente suministrados, de igual forma en el control de los tratamientos odontológicos o fisioterapéuticos.
- Rapidez en tener la historia clínica con solo ingresar el número de identificación, la información será completa sin la preocupación que se pierda algún documento o formato llenado por el médico, este aplicativo tendrá un espacio donde el medico podrá dejar notas médicas u observaciones para un próximo control.

2.8. Estrategias de divulgación

Socialización pública a la comunidad Uteísta y personal a cargo de los procesos de salud. Realizar una serie de jornadas de Inducción que permita a los Especialistas en Medicina general, Salud y Odontología hacer buen uso de este aplicativo como herramienta de sistematización de los datos.

2.8.1. Conclusiones

Finalmente, luego del desarrollo de este aplicativo se puede concluir lo siguiente:

- Cumplimiento con los objetivos propuestos diseñando una aplicación de fácil uso que permita el manejo de la información relacionadas al control médico.
- Información de manera inmediata que permita tener acceso a la historia clínica con solo ingresar el número de identificación.
- Seguridad en la información y seguimiento de los procesos médicos que se estén desarrollando.
- Creación de nuevos módulos que complementen la atención en el servicio de salud.

2.8.2. Agradecimiento

Agradecimiento especial al trabajo en equipo por las personas especialistas en el área: Nancy Tavera Castillo y Leydi Johana Polo Amador por su interés en la búsqueda de un desarrollo tecnológico que contribuya al mejoramiento de las condiciones en los procesos de las Unidades Tecnológicas de Santander.

Referencias

- [1] Cabrera, J. A. (2015). Salud en el trabajo y Seguridad Industrial. En J. A. Cabrera, *Salud en el trabajo y Seguridad Industrial* (pág. 12). México D.F.: Alfaomega, Grupo Editor.
- [2] Cantillo. (2007). *Diseño e implementación de un sistema de información para la asignación de citas de consulta ex.*
- [3] Fuentes, Mercado, R. F. (2015). diseño e implementación de un sistema de control de acceso y citas médicas de los diferentes usuarios de la e.s.e Camú santa teresita a través de la tecnología nfc (near field communication). Obtenido de "tag" <http://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/123456789/491/dise%C3%91o%20e%20implementaci%C3%93n%20de%20un%20sistema%20de%20control%20de%20acceso%20y%20citas%20m%C3%89dicas.pdf?sequence=1>.
- [4] Gallego. (05 de 02 de 2018). *Plataforma agenda única de salud.* Obtenido de Plataforma agenda única de salud: <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/964/proyecto%20plataforma%20agenda%20unica.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [5] InformatSucre. (12 de 09 de 2014). *InformatSucre.* Obtenido de <https://informat sucre.wordpress.com/2014/09/12/lametodologia-orientada-a-objetos-omt/>
- [6] Martínez, Patiño, R. F. (2019). Paper Proyecto Grado Aplicación Citas Médicas Medifacil. Obtenido de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004757.pdf>
- [7] María ramirez. f. (2019). artículo universidad de los andes sobre el estado del arte . obtenido <http://leo.uniandes.edu.co/images/guias/estadodelarte.pdf>
- [8] Mancera. (2018). *Seguridad y salud en el trabajo.* Bogotá: Alfaomega. Manual de usuario para solicitar citas sección servicios integrales de salud y desarrollo psicosocial bienestar universitario. obtenido de <https://www.uis.edu.co/webuis/es/estudiantes/documentos/manuales/usuariosolicitar citas.pdf>
- [9] Palomares, F. C. (2017). *Gestión de servicios en el sistema informáticos.* Editorial CE.
- [10] Redacción, P. (04 de 08 de 2017). *Portafolio.* Obtenido de Portafolio: <https://m.portafolio.co/economia/finanzas/ARTICULO-MOVILES-AMP-342086.html>
- [11] Rodríguez, C. A. (2011). Salud y salud en el trabajo: Desafíos de la formación profesional. En C. A. Rodríguez, *Salud y salud en el trabajo: Desafíos de la formación profesional* (pág. 11). Madrid: Organización Internacional del Trabajo.
- [12] Romero. (16 de 02 de 2017). *Aplicación web para la creación y revisión de historias clínicas online o.* Obtenido de Aplicación web para la creación y revisión de historias clínicas online obtenido de: https://sudocument.ulpgc.es/bitstream/10553/23910/1/0738897_0000_0000.pdf
- [13] Salazar, Naula, R. F. (2017). Desarrollo e implementación de software de agendamiento de citas médicas de desarrollo en java para la sociedad ecuatoriana de rehabilitación de lisiados. Obtenido de [GT001900%20\(5\).pdf](GT001900%20(5).pdf).
- [14] Tenjo, R. F.. (2001). Aplicativo web de control y seguimiento médico para pediatras y pacientes. [15] Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8818/informepresentacionproyecto.pdf?sequence=1>
- [16] UNOCERO. (22 de 04 de 2013). *Mycin: un sistema experto asombroso que no se usa.* Obtenido de <https://www.unocero.com/ciencia/mycin-un-sistema-experto-asombroso-que-no-se-usa/>
- [17] Vargas, R, F (2017). Desarrollo de la aplicación web (hospiflorida) para la asistencia de las actividades administrativas del hospital san juan de dios del municipio de Floridablanca- Santander .obtenido de <http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/289/1/protocolo%20trabajo%20de%20grado.pdf>

Ambientes Navales Aumentados para un aprendizaje más significativo en estudiantes grumetes

Increased Naval Environments for more meaningful learning in boy students

Harold Álvarez Campos ^{1*}

¹ Armada Nacional de Colombia, Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. "Barranquilla", Colombia

*Autor de correspondencia: – harold1906@hotmail.com

RESUMEN– Los procesos educativos cada vez más están siendo permeados por la tecnología y cualquier tecnología, pues vemos dispositivos, y programas que están a la vanguardia en calidad y contenido, y que van acompañando a los procesos educativos que se llevan a cabo en las aulas de clases. Desde esta óptica, este escenario se va haciendo más sensitivo, mucho más mediático y facilitador de los procesos cognitivos puesto que permite a estudiantes y docentes, adentrarse en conceptos y contenidos que son difícilmente observables en el aula de clases, o que son complejos de observar a simple vista. En este artículo, se mostrará la experiencia que hemos alcanzado en la producción de materiales educativos y patrones con recursos propios, que fortalecen los procesos de formación de grumetes en las diferentes tecnologías navales que oferta la Armada Nacional de Colombia. Los modelos son creados en 3DStudio Max 12, el cual permite la creación de las piezas y elementos físicos en tamaño real, y que posteriormente son mostrados a los estudiantes conforme se visualizan en dispositivos como computadores y teléfonos móviles. La investigación es de tipo Tecnología Aplicada la cual basa su fundamentación en la resolución práctica de problemas. Su motivación va hacia la resolución de los problemas que se plantean en un momento dado. Sobre esta experiencia, se ha podido obtener la retroalimentación de la población de estudiantes que los utilizan, los cuales se presentan como resultados de investigación, y que hacen parte del Proyecto de Activismo Digital liderado por el Departamento Académico.

Palabras clave– Educación, Mediática, Modelación, Realidad Aumentada, Tecnología

ABSTRACT– The educational processes are increasingly being permeated by technology and any technology, because we see devices, and programs that are at the forefront in quality and content, and that accompany the educational processes that take place in classrooms. From this perspective, this scenario is becoming more sensitive, much more media and facilitating cognitive processes since it allows students and teachers to delve into concepts and contents that are difficult to observe in the classroom, or that are complex to observe. naked eye. In this article, we will show the experience we have achieved in the production of educational materials and patterns with our own resources, which strengthen the processes of training of cabin boys in the different naval technologies offered by the Colombian National Navy. The models are created in 3DStudio Max 12, which allows the creation of physical parts and elements in real size, and which are subsequently shown to students as they are displayed on devices such as computers and mobile phones. The research is of the Applied Technology type, which bases its foundation on practical problem solving. Their motivation goes towards the resolution of the problems that arise at a given moment. On this experience, it has been possible to obtain feedback from the population of students that use them, which are presented as research results, and which are part of the Digital Activism Project led by the Academic Department

Keywords– Education, Media, Modeling, Augmented Reality, Technology.

1. Introducción

La labor docente es inacabada, lo que implica que nosotros los docentes estemos a diario preocupados en ofrecer a nuestros estudiantes una formación de calidad y actualizada.

Es por esto que nos vemos motivados a explorar las diferentes estrategias y herramientas que emergen de la tecnología educativa, con el fin de poder incorporarlas en nuestros contenidos y demás actividades realizadas con estudiantes.

Este artículo pretende mostrar los elementos técnicos y de aplicación, en relación con la enseñanza de las

asignaturas del corte naval militar con elementos aumentados que dinamizan el proceso educativo. Se presentan animaciones de motores, pistones, cigüeñales, embarcaciones, partes de los motores entre otros elementos en modelado tridimensional.

Como antecedentes de este tipo de proyectos tenemos los siguientes:

Proyecto LearnAR – Casos de medicina

Éste es un proyecto que se centra en la enseñanza del cuerpo humano, principalmente para casos de medicina o enfermería. (ver Figura)

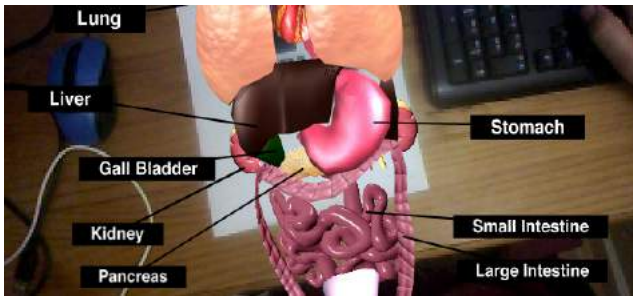


Figura 1. Proyecto LearnAR – Anatomía. Fuente: <https://creaconlaura.blogspot.com/2013/12/learnar-herramienta-de-aprendizaje-con.html>

Proyecto Libre Geo Social mediante Gymkhanas educativas

Este proyecto consiste en realizar una serie de pruebas que debe superar el estudiante, si desea avanzar hacia el siguiente reto. Esta mecánica de trabajo tiene grandes aportes al proceso educativo dado que, de la asimilación de conceptos previos, el estudiante puede hacer un estudio minucioso para poder avanzar, con el valor agregado de un aprendizaje más significativo [1].



Figura 2. Recursos en Geolocalización. Fuente: GeoInfo CLM

Uno de estos campos y motivos de este artículo es la incorporación de la realidad aumentada en los procesos de formación, en las diferentes tecnologías navales que se ofrecen a los grumetes en la Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. “Barranquilla”. Para iniciar la explicación del desarrollo del proyecto se proponen los siguientes ítems de explicación, en la descripción:

2. Implementación - Estructura tecnológica

2.1 Determinación del campo temático

Las tecnologías que ofrece la Armada Nacional de Colombia, por intermedio de su escuela de formación Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. “Barranquilla”, cubren las áreas de la navegación, la marinería, la electrónica, la electromecánica, la sanidad, la oceanografía, la hidrografía y la administración

marítima. En la etapa de formación de grumetes (etapa inicial que cubre 2 años), los estudiantes reciben primero la formación básica de orientación naval y en el segundo año la formación de su especialidad, cualquiera que haya escogido de las diferentes opciones que se presentan a final del primer año lectivo. Es en esta etapa que cada campo de formación específico se compone de contenidos que son del tipo naval militar, y por consiguiente son escasamente reforzados desde la Internet; esto, puesto que algunos son de tipo restringido.

Es en este punto que encontramos la necesidad de dotar de contenidos de tipo específico, a las asignaturas que todos deben cursar, y que tienen que ver con el armamento, la estructura de buques, los procesos de física aplicada, elementos abstractos de las ciencias básicas como los vectores, entre otros contenidos.

Una vez determinadas las necesidades de formación, se establecen los modelos que se deben construir, las piezas y demás objetos que alimentarán el bando de objetos de aprendizaje, producido por docentes en el departamento académico. Para esto, se realizan los bosquejos de los modelos y se proceden a digitalizar las piezas en 3D Studio Max 12, apoyados con docentes de la formación específica que orientan la correcta ubicación de las piezas y descripciones.

Todos los objetos responden físicamente a la presentación de patrones que activan la muestra de los objetos en la pantalla de la computadora, si este es el caso. Para esto, se debe tener en cuenta los procesos de cómo la computadora y los celulares reaccionan a esta tecnología, proceso que se explica a continuación.

El objetivo de la realización de este proyecto es analizar las experiencias en el escenario de la incorporación de la realidad aumentada en el aula, que permita construir una base de conocimientos de soporte para el desarrollo de ambientes educativos más eficientes, que hagan uso de tecnologías emergentes como herramienta de aprendizaje.

Como objetivos específicos tenemos los siguientes:

- Describir la aplicación y uso de la tecnología de realidad aumentada y de su aplicación en el aula
- Describir las herramientas de software y hardware empleadas en la experiencia educativa
- Implementar la tecnología de realidad aumentada en las tecnologías navales presentes en la Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. “Barranquilla”

2.2 Adquisición de los datos por los patrones

En el proceso de adquisición de información mediante patrones, la computadora, tablet o el celular del estudiante realiza la lectura del patrón diseñado previamente, ubicado en la posición donde se requiere aumentar la información presentada, ya sea mediante algún tipo de video, modelo tridimensional o imagen explicativa.

Por lo general, esto se hace desde: aplicaciones comerciales, libres o personalizadas, que emplean la cámara del dispositivo para tal fin, y se realiza sobre patrones que son de tipo monocromáticos o policromáticos, con una estructura previamente configurada. A continuación, se muestran algunos creados para la experiencia actual

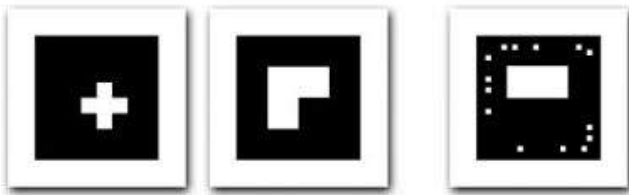


Figura 3. Patrones de realidad aumentada. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Características de los patrones

Luego de haber detectado el patrón, el software realiza la comparación de cada una de las particularidades de este, comparándola con una base de datos en la que se confirma o rechaza el dato leído [2].

Existen portales que cuentan con un repositorio de patrones, en el cual se comparan características como esquinas, bordes, colores y formas, dando finalmente como resultado la selección del patrón indicado. Lógicamente que se debe contar con conexión a la red Internet para tal caso.

2.4 Respuesta a eventos

Esta es la fase del proceso de detección, en la que se asocia a la información leída un evento o proceso que ha de ejecutarse. Por lo general, se mostrarán para el caso educativo, ampliación de información textual, modelos digitalizados en 3D, sonidos o videos.

Ahora bien, debemos tener en cuenta que no todos los eventos de realidad aumentada podrían aplicar para el escenario educativo, pues cada uno tiene sus

particularidades de uso y aplicación [3]. Veamos cuales son:

Nivel de hipervínculos al mundo físico. Este es fuertemente usado en la educación, dado que como su activador es la lectura de códigos QR, estos son enlazados a sitios web, que son los que contienen la información académica, ya sean videos, repositorios de animaciones o imágenes, documentos o audio-explicaciones.

2.4.1. Nivel de marcadores para la realidad aumentada. Este nivel también es fuertemente usado en la educación dado que su activador son patrones previamente creados y configurados, con el fin de realizar eventos como presentación de modelos en 3D, simulaciones y procesos visibles mediante animaciones. En este y el anterior caso, los marcadores son leídos de manera individual, o por lectura directa de algún libro que lo tenga impreso en sus páginas.

2.4.2. Nivel sin marcadores. En este nivel, el dispositivo es quien provee el activador y puede ser alguna imagen del mundo real visible por la cámara, o localización dada por el GPS del dispositivo. No es tan empleado en la educación, pues más bien tiene fines de turismo.

2.4.3. Nivel de visión aumentada. Este nivel aún se encuentra en desarrollo y optimización, dado que emplea gafas y lentes biónicas, las cuales hacen el proceso de detección y reproducción de la información. Aún en la educación no se encuentran aplicaciones que evidencien su poder informático [4].

En estos casos presentados, lo importante es poder ir más allá de la tradicional manera de dinamizar la sesión de clase, pues esta tecnología nos permite observar y detallar situaciones y reacciones en diversas perspectivas, y fortalece el aprendizaje por descubrimiento, potenciador de conocimiento significativo.

2.5 Modelado de objetos de buques

En este campo del saber específico, encontramos modelos construidos en temas relacionados a la estructura de los buques, los elementos constitutivos de la estructura que lo conforman y sus características, y también en la electromecánica o la enseñanza de los motores de combustión interna.

En la representación de los elementos propios de un buque, y para tener claro la ubicación de sus componentes en un determinado modelo, debemos distinguir los siguientes conceptos: Casco es el cuerpo del buque sin contar con su arboladura, maquinas ni pertrechos. Arboladura: es el conjunto de palos, masteleros, vergas y perchas de un buque. Proa Se llama así a la parte delantera del buque que va cortando las aguas del mar. También se denomina proa al tercio anterior del buque. Esta extremidad del buque es afinada para disminuir en todo lo posible su resistencia al movimiento.

Estos elementos son modelados en estructuras que luego son integrados a la experiencia de realidad aumentada, mediante el software BuildAr.

A continuación, se presenta el modelado de los objetos.

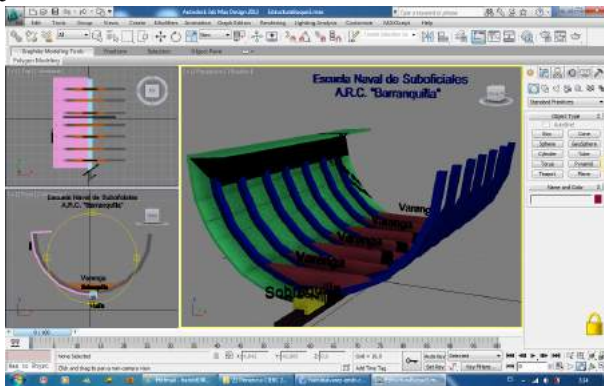


Figura 4. Estructura del buque en 3D Studio Max 12. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Integración del modelo 3D en la experiencia. Fuente: Elaboración propia.

2.6 Modelado presentado por móviles

Esta experiencia está también modelada en elementos tridimensionales presentados para dispositivos móviles, los cuales, al aplicar el reconocimiento de los patrones colocados en las carteleras de soporte académico, se muestra el elemento relacionado mediante la aplicación Augment, disponible para uso de los estudiantes con los modelos diseñados (docente autor Harold Álvarez Campos).



Figura 6. Modelación presentada por Augment -Móviles App. Fuente: Elaboración propia

3. Materiales y métodos

La investigación es del tipo de Tecnología Aplicada, la cual se orienta a la producción de conocimientos y métodos que vengán a mejorar o hacer mucho más eficiente el sector productivo de bienes o servicios, buscando imprimir en la vida del humano promedio bienestar [5]. Ésta, puede tener una fase teórica e investigativa, así como otra experimental, que lleve incluso a la elaboración de prototipos.

Olguín [6], define la Tecnología Educativa considerando que "es el resultado de las aplicaciones de diferentes concepciones y teorías educativas para la

resolución de un amplio espectro de problemas y situaciones referidos a la enseñanza y el aprendizaje, apoyadas en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)". En este sentido, se han construido elementos de aprendizaje u objetos, los cuales recogen la temática a tratar en el curso, y sirve como una herramienta tecnológica para futuras capacitaciones.

La población de estudiantes está conformada por 150 Grumetes de las Tecnologías Navales en Electrónica, Electromecánica y Tecnología Naviera, todos estudiantes de segundo año de formación.

Relacionado con las fases de desarrollo del proyecto se tienen las siguientes:

- Establecimiento de los materiales a digitalizar por cada campo del saber específico
- Modelación de los elementos en el software 3D Studio Max 12
- Creación de los patrones o marcadores de realidad aumentada
- Incorporación en la escena y construcción del ambiente aumentado en Build Ar.
- Aplicación de la capacitación y correcciones presentados en los procesos
- Establecimiento de la apreciación de su aplicación por parte de los estudiantes.

Para el caso de este proyecto denominado "Ambientes Navales Aumentados para un aprendizaje más significativo en estudiantes grumetes", se han generado los modelos de los diferentes objetos que los docentes requieren en el aula para explicar los diversos fenómenos y procesos propios de la vida naval.

En cuanto a materiales empleados e implementados en este proyecto de realidad aumentada, se encuentran los siguientes elementos de hardware y software:

Cámara. Este se constituye en el elemento que va a leer los patrones construidos para la experiencia, el cual se recomienda que sea una cámara de computador portátil. Si la experiencia se aplica con los móviles, se requiere de una cámara HD de un Smart Phone.

Procesador. Por ser el elemento de proceso de los materiales, se recomienda tener un computador con procesador Core I5 o superior.

Software. Para el procesamiento de la experiencia en computador se requiere la instalación del software BUILD Ar. Para el caso de aplicación con los teléfonos Smart Phone se recomienda instalar la App AUGMENT, la cual está disponible gratuitamente en cualquier tienda de aplicaciones.

Pantalla. En ella se muestran combinados los elementos reales y virtuales. Para que se vea reflejado el objeto Figura en RA.

Marcador. Es un elemento más propio de los sistemas de realidad aumentada en 3D. Puede ser un recuadro impreso en papel o un objeto que movemos y situamos en el espacio real y que el sistema reconoce y utiliza como referencia donde añadir el modelo tridimensional virtual.

4. Resultados

La experiencia en la aplicación de este proyecto marca un punto de inicio en la enseñanza multimodal, la cual ofrece a estudiantes grandes potencialidades, como son los ofrecidos por los medios computarizados y los experimentados por los dispositivos móviles.

El uso de aplicaciones ofrece la movilidad en los talleres o laboratorios, y propicia un espacio de interacción directa con la temática, toda vez que los estudiantes abordan los modelos previamente construidos y sus respectivas animaciones, facilitando la observación de la práctica antes de su realización, y garantizando una correcta aplicación de conceptos y técnicas.

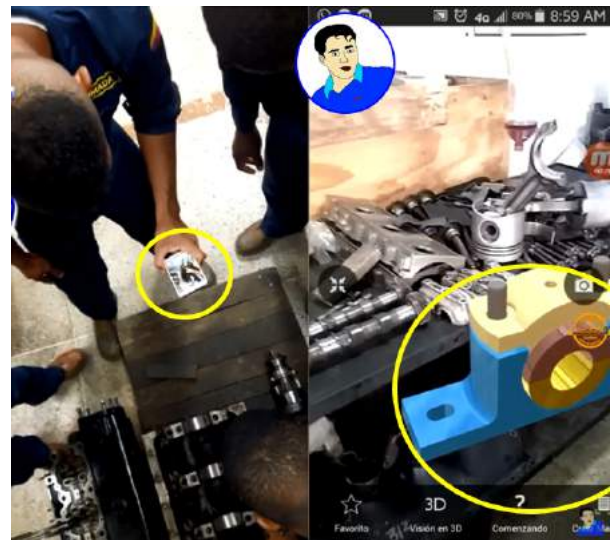


Figura 7. Modelación en electromecánica -Motores. Fuente: Elaboración propia.

Otra gran fortaleza que encontramos en la aplicación de los elementos en Realidad Aumentada consiste en las bondades que ofrece la animación computarizada en tiempo real de los diferentes elementos modelados, puesto que como se aprecia en vivo, el estudiante tiene

una comprensión más significativa de lo realizado si el motor estuviera encendido.



Figura 8. Animación del proceso del cigüeñal. Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicados los instrumentos de recolección de información tras ejecutar la experiencia (proyecto) con los estudiantes, se obtuvieron las siguientes apreciaciones:

Sobre la pregunta ¿Ha empleado tecnología de computación en su proceso formación?, el 61,6% de los estudiantes contestaron que son empleadas con fines de formación primaria, mientras que un 47,6% de los mismo contestó que sirven como actualización, y un 17,8% que sirven solo como divulgación. Esto se evidencia en la Figura 9.

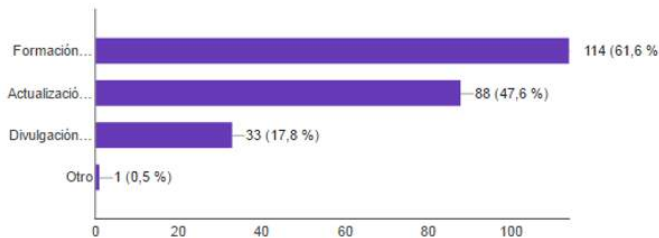


Figura 9. Uso de Tecnología en la educación.

Sobre el uso que le dan los estudiantes a su computador (Figura 10), el 74,1% de éstos manifiesta que lo emplean para el estudio, mientras que el 16,6% lo emplean para realizar trabajos en la Web, y una pequeña cantidad 9,2% de los mismos lo emplean para actividades de ocio y consultas en redes sociales.

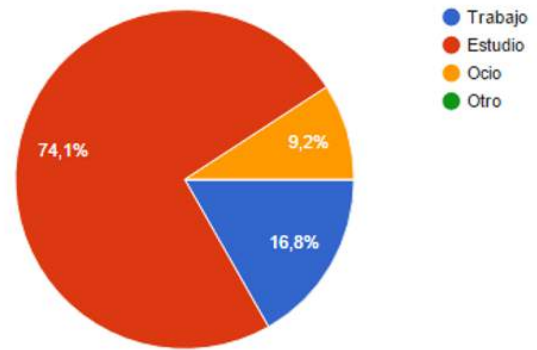


Figura 10. Uso del computador.

En lo relacionado con la frecuencia de uso de objetos virtuales de aprendizaje en su proceso de formación, mayoritariamente contestan que lo hacen cuando entran a la plataforma virtual (54,1%), mientras que un 40% lo hacen siempre que ingresan a la red Internet. Esto nos indica que frecuentan otros objetos de aprendizaje en portales ajenos a la universidad, y eso es bueno. Esto es apreciable en la Figura 11.

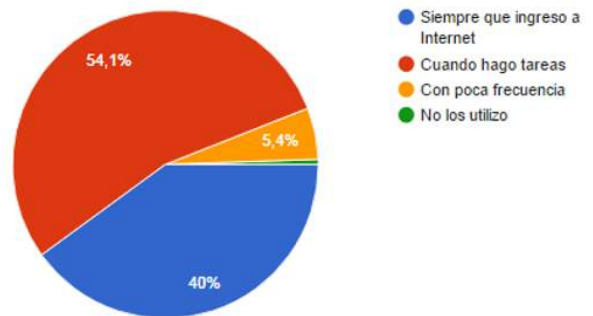


Figura 11. Frecuencia de uso de objetos de aprendizaje.

Con relación a la presentación de la información en los objetos de realidad aumentada (Figura 12), los estudiantes coinciden que son adecuados a su percepción. (95,7%), mientras que un bajo porcentaje (3,3%) no lo ven así.

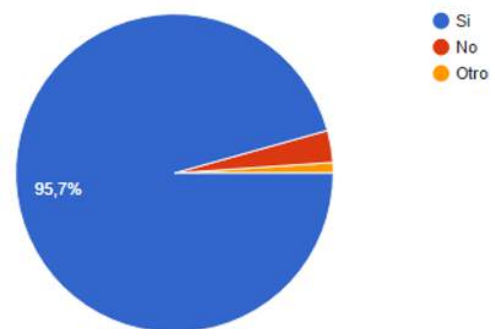


Figura 12. Apreciación sobre la presentación de los objetos.

El 58,9% de los estudiantes manifiestan que los recursos educativos son usados en la asignatura como herramientas de construcción de conocimiento, mientras el 48,1% de los estudiantes piensan que se usan con fines de estrategia didáctica. La Figura 13 ilustra este comportamiento.

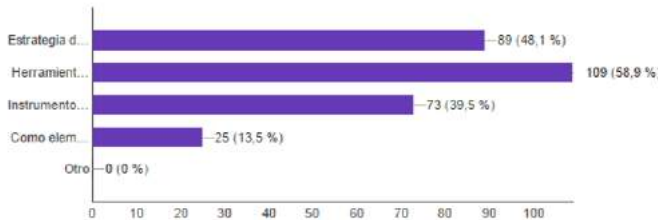


Figura 13. Apreciación sobre los recursos educativos.

En relación a los tipos de materiales consultados en la Realidad Aumentada, los estudiantes encuestados manifiestan que son los videos explicativos y tutoriales en mayor proporción, al tiempo que usan animaciones (3D) e imágenes para documentar sus tareas. También manifiestan emplear en menor proporción los objetos construidos en herramientas como en flash y Jelic. Esto se evidencia en la Figura 14.

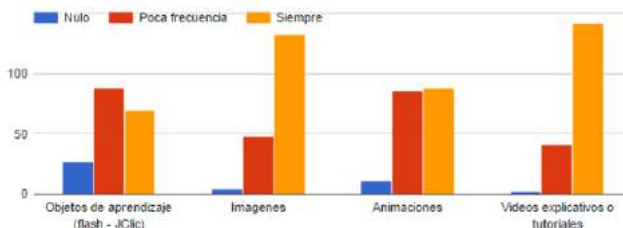


Figura 14. Objetos de aprendizaje más consultados para estudio.

5. Conclusiones

Dentro de las conclusiones tenemos, observamos las siguientes:

En relación con el uso de objetos de aprendizaje en su proceso de aprendizaje, la gran mayoría de los estudiantes dicen que favorecen el autoestudio, mientras que una baja proporción de estos dicen que son usados para presentar puntos de vista sobre las temáticas presentadas en clase. Esto nos indica que estamos acertando en la construcción de este tipo de materiales para fortalecer nuestros procesos de capacitación y actualización

Una gran proporción de los estudiantes participantes en el proyecto tienen la percepción de que los temas

abordados en forma presencial son cubiertos cabalmente por los contenidos mostrados y reforzados con la realidad aumentada, mientras que otra parte del estudiantado manifiesta que son algo avanzados para ser tratados por todos al tiempo. Esto podría mostrar que la tecnología puede llegar a ser excluyente en la medida en la que no se cuente con los recursos tecnológicos a su disposición, incluso el uso de la red Internet en el aula de clases.

Otra conclusión va en relación con la presentación de la información en la pantalla, pues en este caso, una gran cantidad de estudiantes piensan que se entiende claramente el texto, la presentación de objetos y ubicación de estos, y que es acompañado por imágenes de manera adecuada, mientras que una minoría de estudiantes piensa que se entiende lo textual, mientras que las imágenes y objetos no son acordes a lo tratado. Esto nos indica que se debe realizar una mayor atención en los detalles de los objetos construidos y en general en los materiales, pues pueda generar el efecto contrario en los estudiantes.

Finalmente, este tipo de trabajos aportan al banco de objetos virtuales de aprendizaje del tipo Naval Militar, elemento específico de formación que difícilmente podemos encontrar en la Internet. Y en este mismo orden de ideas, podemos observar procesos complejos de realizar en un aula de clases o en un laboratorio.

6. Agradecimientos

Agradecemos a la Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. “Barranquilla” en la que pudimos aplicar los instrumentos que hicieron posible este proyecto de investigación.

7. Referencias

- [1] Akshoy, Paul y otros, Engineering Mechanics and Strength of Materials, Prentice Hall of India, 2015, pp. 215-216.
- [2] Feyerabend, P. (trad, cast. Estructura y Desarrollo de la Ciencia). Madrid, Alianza Editorial. 1990, pp. 54-55.
- [3] Flores O, R. Hacia una Pedagogía del Conocimiento. Bogotá Col. Ed. McGraw Hill. 1998, pp. 43-46.
- [4] Gagné, R.M. The Conditions of Learning; Holt, Rinehart and Winston. Harvard University, 1973, pp. 120-123.
- [5] Morin, E. (1999) Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. V Encuentro del pensamiento complejo, Bogotá D.C. U. De los Andes Dic. 2000, pp. 167-170.
- [6] Olguín, E. (2012). Generalidades de la Tecnología Educativa. México: UAEH. Recuperado de: http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen03/Tec_educativa/Unidad%201/GeneralidadesTecnologíaEducativa.pdf

Monitoreo de variables agrometeorológicas en la fase de germinación de un cultivo de pimentón a través de IoT

Agrometeorological variables monitoring at the pepper crop germination stage through IoT

José Armando Hernández Suárez^{1*}, Jhojan Stiven Ramírez Ascencio², Juan Camilo Cruz Sotelo³, Álvaro Hernán Alarcón López⁴
^{1, 2, 3, 4} Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA Neiva, Colombia.

¹j-hernandezs@corhuila.edu.co, ²jhojan_ra@corhuila.edu.co, ³jc-cruzs@corhuila.edu.co, ⁴alvaro.alarcon@corhuila.edu.co

*Autor de correspondencia: j-hernandezs@corhuila.edu.co

RESUMEN– En la actualidad la variación repentina de las variables medio ambientales se debe a los efectos del cambio climático. El problema afecta en general a todos los ecosistemas ambientales por tanto los cultivos sostenidos por los agricultores no son la excepción a este; es por esta razón el gran incremento de los invernaderos para el desarrollo de todo tipo de cultivos. Sin embargo los invernaderos cuentan con déficit en su funcionamiento, principalmente por la dificultad en la medición de las variables medio ambientales para el manejo de las mismas. En este artículo nosotros presentamos un sistema capaz de monitorear las variables medio ambientales en invernaderos, durante el periodo de germinación, a través de Internet de las cosas (IoT) enfocado a la agricultura de precisión. El sistema cuenta con la capacidad de recolectar datos de sensores que miden la temperatura, humedad relativa, humedad del suelo y radiación y luego enviarlos a la plataforma de IoT (ThingSpeak) para que el usuario acceda de manera remota. También, se puede acceder desde la propia app del sistema Ecosistem 2.0, disponible para teléfonos con sistema operativo Android, donde podrá visualizar los datos en tiempo real y recibir alertas, lo que facilita la toma de decisiones del usuario. Adicionalmente el sistema está diseñado de tamaño reducido para poder ser portable y con la capacidad de transmitir a la nube.

Palabras clave– IoT, variables ambientales, medición, monitoreo, agricultura de precisión, plántula, germinación.

ABSTRACT– At present, the sudden variation in environmental variables is due to the effects of climate change. The problem affects in general all environmental ecosystems, therefore the crops sustained by farmers are not the exception to this; it is for this reason the great increase of greenhouses for the development of all types of crops. However, greenhouses have deficits in their functioning, mainly due to the difficulty in measuring environmental variables for their management. In this article we present a layered system of monitoring environmental variables in greenhouses, during the germination period, through Internet of Things (IoT) focused on precision agriculture. The system has the ability to collect data from sensors that measure temperature, relative humidity, soil moisture and radiation and then send them to the IoT platform (ThingSpeak) for the user to access remotely. It can also be accessed from the Ecosystem 2.0 system app, available for phones with Android operating system, where you can view the data in real time and receive alerts, making it easier for the user to make decisions. In addition, the system is designed to be small to be portable and with the ability to transmit accurate information to the cloud.

Keywords– IoT, environmental variables, measurement, monitoring, precision agriculture, seedling, germination.

1. Introducción

El desarrollo de la tecnología en los últimos años ha logrado tener un crecimiento exponencial, de tal forma que ha sobrepasado las expectativas de la mayoría de las personas. Prueba de ello es que la idea inicial de Internet ha evolucionado al denominado Internet de las cosas (IoT), lo cual ha generado grandes avances en las áreas de la agricultura, la prevención de desastres, el sector salud, etc. [1] [2].

Por tanto, debido a la importancia que tiene la agricultura como proceso fundamental para la existencia del ser humano; debería ser esta una de las áreas en las cuales la tecnología tendría un mayor impacto. Esta situación ha propiciado que en las últimas décadas se hayan intentado desarrollar nuevas técnicas y sistemas de trabajo en busca de mejorar la efectividad de la productividad de los cultivos. De esta forma surge el uso de una tecnología emergente como el Internet de las cosas (IoT) como la mejor posibilidad para mejorar el desarrollo agrícola [3] [4] [5]. Además, el uso IoT en la agricultura ha sido un tema de interés para investigadores

alrededor del mundo, ya que podría dar solución a los problemas ocasionados por el cambio climático, el uso excesivo de químicos en los cultivos y el uso de prácticas ancestrales en la agricultura.

Por tanto, la interacción entre la tecnología y la agricultura han propiciado el desarrollo de una nueva concepción denominada agricultura de precisión; la cual hace referencia a la monitorización de variables agrometeorológicas, el procesamiento de datos y la actuación de tecnologías en cultivos de diferente índole [3]. Algunos de los datos más relevantes a monitorear conforme avanza el desarrollo de la plantación serían: el nivel de radiación, temperatura, humedad del suelo y humedad relativa. Este seguimiento se debe realizar en tiempo real y de forma remota, situación que involucra el uso del Internet de las cosas (IoT) para la recolección y monitoreo de información con el propósito de facilitar la toma de decisiones por parte del propietario del cultivo [4].

Un caso especial de agricultura para la implementación de IoT es de los cultivos bajo cubierta, esto debido a los problemas de desatención en el cuidado de las plantaciones, ocasionado por la falta de personal capacitado en el manejo de estos. Por tal razón, los agricultores se ven obligados a instalar puntos de medición para hacer un seguimiento detallado de los cambios que ocurran en el medio ambiente. Todo esto con el propósito de mejorar la calidad de vida de las plantas [5].

El presente trabajo tuvo como propósito diseñar e implementar un sistema de monitoreo en tiempo real de las variables medio ambientales, durante la fase de germinación de un cultivo de pimentón bajo cubierta usando Internet de las cosas (IoT).

2. Materiales y métodos.

El sistema de monitoreo de variables agrometeorológicas, será capaz de transmitir los datos obtenidos en tiempo real a una plataforma web denominada ThingSpeak y a la aplicación Android Ecosistem 2.0. El objetivo es establecer un monitoreo constante y una generación de advertencias acerca de

cambios irregulares en las variables que pueden afectar el desarrollo de las plántulas.

2.1. Tipo de investigación.

A través del desarrollo de una investigación aplicada, la cual se basó en la recolección y envío de datos cuantitativos a una plataforma web, a través de su interfaz gráfica que permitía la interacción entre el sistema y el usuario, a fin de tomar las decisiones de control. De esta manera se intentó mejorar la eficiencia del cultivo de pimentón, tal como lo menciona [6].

2.2. Fases o momentos de la investigación:

- Estado del arte de proyectos desarrollados en invernaderos e IoT.
- Establecimiento de variables a monitorear y selección de sensores adecuados para la medición.
- Desarrollo a nivel hardware (sensores, comunicación).
- Búsqueda y selección de plataforma IoT para el almacenamiento de datos recolectados.
- Desarrollo a nivel software para Android (App Ecosistem 2.0).
- Acople del sistema (software, hardware) de medición de las variables medio ambientales con IoT.
- Pruebas del sistema en la etapa de germinación del cultivo de pimentón.

2.3. Dispositivos implementados para la medición de variables agrometeorológicas:

- Sensor DHT11, para la medición de temperatura y humedad relativa del ambiente [7].
- Sensor LDR para la medición de radiación [8].
- Sensor de humedad de suelo FC-28 [9].

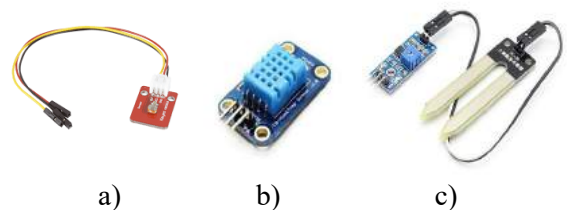


Figura 1. Sensores usados, a) LDR, b) DHT11, c) FC-28

2.4. Comunicación.

La comunicación entre los sensores y la tarjeta de procesamiento NodemCU LUA, fue fundamental para la

recolección de los datos y el posterior envío al sistema IoT, basado en la plataforma ThingSpeak.

La transmisión de información recolectada por los sensores se enviaba por medio de conexión serial al módulo ESP8266, este a su vez utilizando el protocolo IEEE 802.11g (comunicación Wi-Fi) retransmitía los datos hacia la nube. Posteriormente a través de una interfaz gráfica en una APP o en una plataforma Web se mostrará el informe preciso. Es decir que el sistema utiliza una arquitectura lógica tal y como se puede observar en la figura 2, en la figura 3 se muestra el diagrama de flujo del sistema IoT de monitoreo de variables meteorológicas.

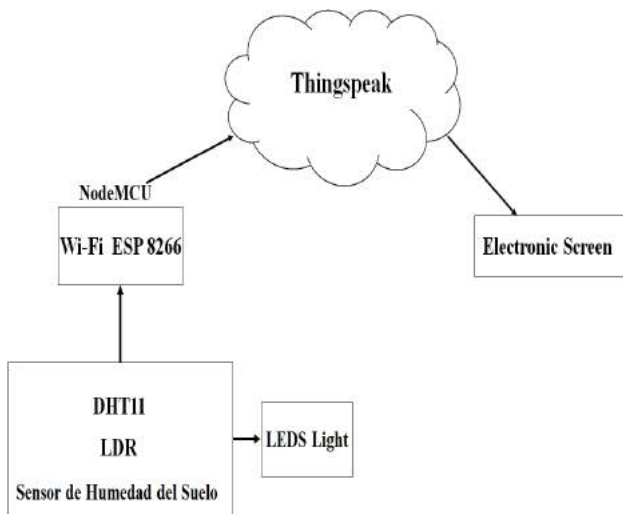


Figura 2. Arquitectura lógica del sistema.

2.5. Interfaz gráfica de usuario.

El sistema de monitoreo cuenta con dos interfaces graficas disponibles para todos los usuarios, una es basada en los servicios de IoT donde los datos son almacenados y se pueden observar únicamente desde la plataforma ThingSpeak. La otra opción, es una App propia del sistema llamada Ecosistem 2.0, exclusiva para los teléfonos móviles con sistema operativo Android.

2.5.1. Plataforma IoT (ThingSpeak)

ThingSpeak es una aplicación y plataforma de código abierto de Internet de las cosas y una API para almacenar y recuperar datos de cosas mediante el protocolo HTTP a través de Internet o una red de área local [10]. La aplicación de esta plataforma en el desarrollo de sistemas inteligentes es recomendada para proyectos como este, ya que cuenta con un número determinado de sensores ya

que la plataforma tiene limitaciones al usarla sin pagar costo alguno. Sin embargo, según [11] en aplicaciones agrícolas tiene un cien por ciento (100%) de efectividad en su funcionamiento y esto lo confirmamos con la puesta en marcha de nuestro sistema. Adicionalmente, la plataforma cuenta con buen sistema de seguridad para poder ingresar a revisar la información almacenada para nosotros.

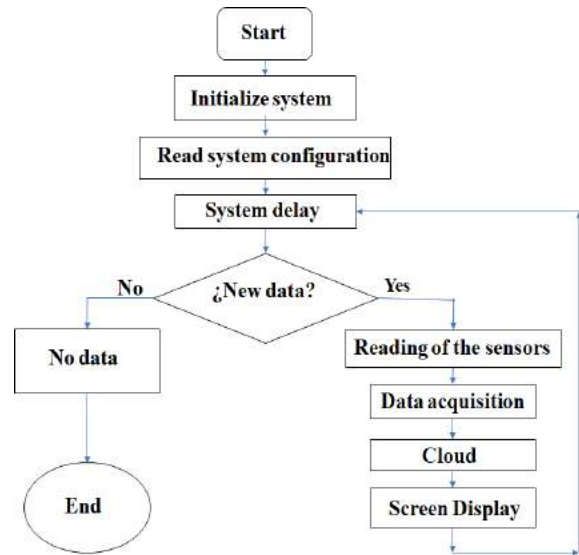


Figura 3. Algoritmo de sistema.

2.5.2. App móvil (Ecosistem 2.0)

La APP Ecosistem 2.0, fue desarrollada como una segunda opción para la visualización de los datos recolectados por los sensores y almacenados en la plataforma, la ventaja de la APP es que logra ser más sencilla de manejar respecto a la plataforma ThingSpeak, la aplicación se muestra en la figura 4 y en la figura 5. Ecosistem 2.0 cumple la misma función, ya que permite observar los datos en gráficas y establecer conexión con bases de datos para almacenar los resultados provistos por el sistema de monitoreo.



Figura 4. Interfaz gráfica de Ecosistem 2.0, para iniciar sesión.

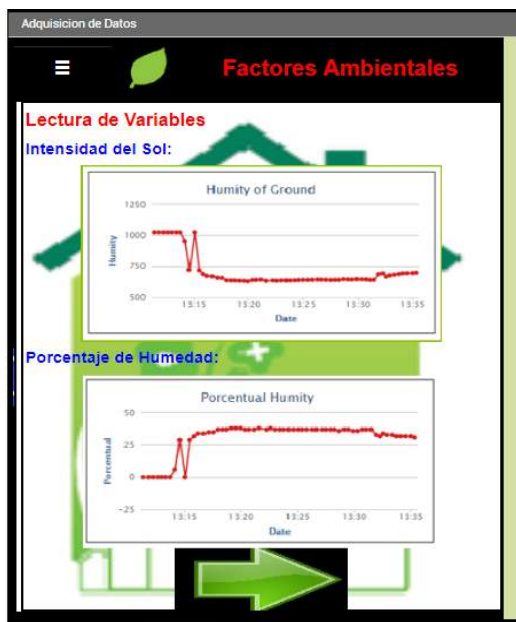


Figura 5. Interfaz gráfica para la lectura de las variables.

3. Resultados Obtenidos

El sistema de IoT desarrollado para el monitoreo variables agrometeorológicas en invernaderos, funciona de forma correcta, tanto en la obtención de información de los sensores, como para el envío y la visualización de los datos a través de la plataforma web y la APP.

Además, gracias a la implementación de la APP el usuario pudo visualizar de forma individual cada una de las gráficas, lo cual permitió realizar un análisis de datos

sin riesgo de confusiones respecto a la identificación de gráficas o tablas que contienen datos de las variables. De igual forma gracias a Ecosistem 2.0, se contó con la posibilidad generar alertas en tiempo real al usuario, con el propósito que este lograra tomar medidas adecuadas para mantener el excelente estado de los cultivos.

De esta forma, el usuario podía contar con una plataforma de IoT que le brindaba información en tiempo real, que le proporcionaba una ayuda para mantener los niveles óptimos de temperatura con 25°C y humedad del suelo con un 50%.

En las figuras 6, 7, 8 y 9 se muestran las gráficas de las variables temperatura, humedad relativa, porcentaje de humedad del suelo y la intensidad del sol, de los resultados obtenidos en la etapa de germinación.

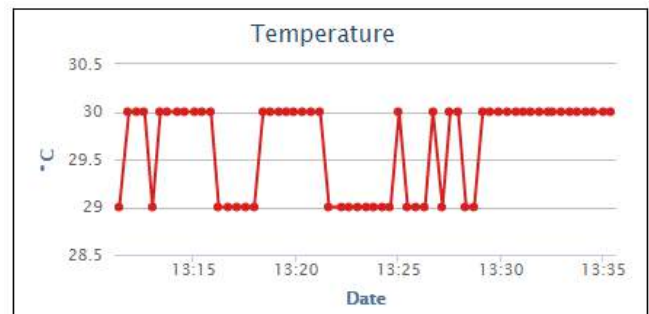


Figura 6. Medición de temperatura ambiente.

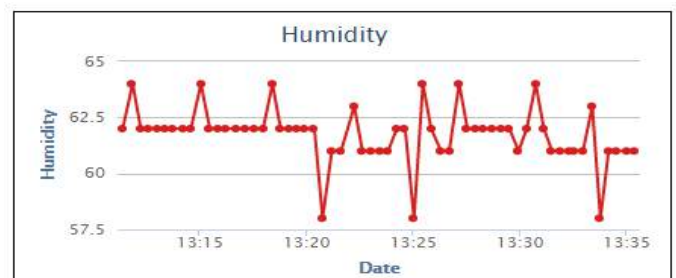


Figura 7. Medición de humedad ambiente.

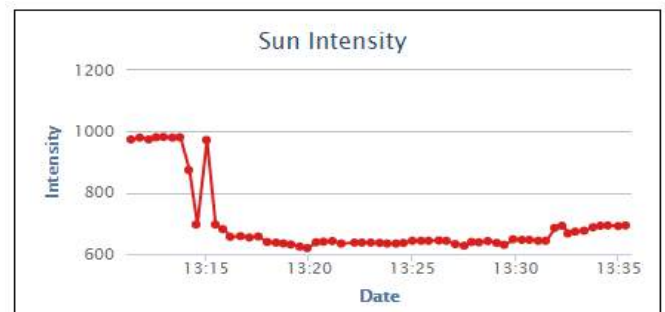


Figura 8. Medición de intensidad del sol.

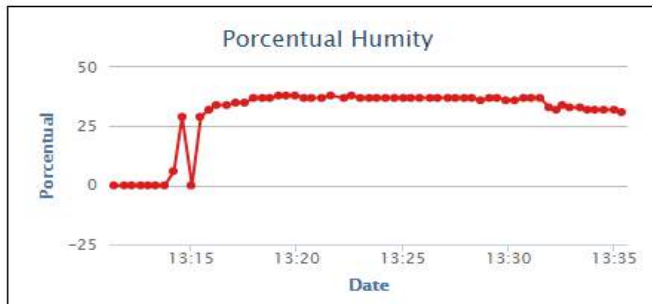


Figura 9. Medición de porcentaje de humedad del suelo.

En las ilustraciones, se organizaron resultados de manera cronológicamente de acuerdo al tiempo establecido, que se muestran unas conductas óptimas de la calidad de vida que está teniendo la plántula en su proceso de formación, con un promedio de temperatura de 30°C y con un porcentaje de humedad que está por debajo del 50%. Siendo este tipo de cambios los que logran asociar los invernaderos tradicionales con los invernaderos inteligentes [12].

Por lo tanto, a la hora de comparar los niveles óptimos teóricos con las variables de prueba, tomados por los sensores. Se pudo evidenciar que la plántula se encuentra entre los rangos estables para su crecimiento de forma natural, sin intervención de la mano del hombre.

4. Conclusiones

Por medio de la ejecución de este trabajo y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se pretende lograr una contribución significativa en la aplicación del internet de las cosas en la agricultura de precisión para invernaderos, que estos sean alternativas seguras para poder contrarrestar los fuertes cambios provocados por el cambio climático y los problemas que afectan el desarrollo de los cultivos.

De igual manera se espera generar motivación para el desarrollo de nuevas tecnologías con sistemas que logren solucionar problemas en la agricultura y mejoren la calidad de vida de las personas que realizan labores de gran exigencia.

Así como este proyecto ha logrado tener éxito y modernizar la agricultura en nuestro país, se aspira que en un futuro se pueda seguir contribuyendo en el avance del Internet de las cosas (IoT) para el uso en todo lo que actúa en nuestra vida diaria.

5. Agradecimientos

El desarrollo de este trabajo ha sido elaborado por nuestro equipo de trabajo, con la orientación del director de programa ingeniería mecatrónica: PhD William Hernán Coral Cuellar, y el docente Álvaro Hernán Alarcón López, adscritos a la Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA.

6. Referencias

- [1] I. Ganchev, Z. Ji and M. O'Droma, "A generic IoT architecture for smart cities," 25th IET Irish Signals & Systems Conference 2014 and 2014 China-Ireland International Conference on Information and Communications Technologies (ISSC 2014/CICT 2014).
- [2] P. P. Jayaraman, D. Palmer, A. Zaslavsky and D. Georgakopoulos, "Do-it-Yourself Digital Agriculture applications with semantically enhanced IoT platform," 2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), Singapore, 2015, pp. 1-6. doi: 10.1109/ISSNIP.2015.7106951.
- [3] Y. Ge, J. A. Thomasson, and R. Sui, "Remote sensing of soil properties in precision agriculture: A review," *Frontiers Earth Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 229–238, 2011.
- [4] Mohanraj, I & Ashokumar, Kirthika & Naren, J. (2016). Field Monitoring and Automation Using IOT in Agriculture Domain. *Procedia Computer Science*. 93. 931-939. 10.1016/j.procs.2016.07.275. Li Tan. 2016. Cloudbased Decision Support and Automation for Precision Agriculture in Orchards. *IFAC PapersOnLine* 49-16(2016) 330-335.
- [5] Gupta, G. Sen, & Quan, V. M. (2018). Multi-sensor integrated system for wireless monitoring of greenhouse environment. 2018 IEEE Sensors Applications Symposium, SAS 2018 - Proceedings, 2018.
- [6] Flávio Issao Kubota, Leandro Cantorski da Rosa, Identification and conception of cleaner production opportunities with the Theory of Inventive Problem Solving, *Journal of Cleaner Production*, Volume 47, May 2013, Pages 199-210, ISSN 0959-6526.
- [7] DHT11 Humidity & Temperature Sensor, D-Robotics, July 30, 2010. Disponible en <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf> (Jun. 19, 2019).
- [8] Web de Luis Llamas - Ingeniería, informática y diseño (Zaragoza), Luis Llamas. Disponible en <https://www.luisllamas.es/> (abr. 1, 2019).
- [9] FC-28, humedad de suelo, D-Robotics, July 30, 2010. Disponible en <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf> (abril. 1, 2019).
- [10] Web de ThingSpeak: IoT Analytics, disponible en <https://thingspeak.com/> (abril. 1, 2019).
- [11] A. Mallas Becerro "Diseño e implementación de un dispositivo de IoT de bajo coste para entornos agrícolas" (trabajo de fin de grado), Ing. de telecomunicaciones, UGR, Granada. Jun, 2017.

- [12] Al-Hadithi, B. M., Cena, C. E. G., León, R. C., & Loor, C. L. (2016). Desarrollo de un sistema de iluminación artificial inteligente para cultivos protegidos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 13(4), 421-429.

Análisis comparativo entre de MAE y RNA en señales de EMG obtenidas para control de una prótesis mano robótica

Comparative analysis between ELM and ANN in EMG signals obtained for the control of a robotic hand prosthesis

Ruthber Rodríguez Serrezuela ^{1*}, Miguel Ángel Tovar Cardozo ², Jeidy Johanna Gómez Montiel ³, Roberto Sagaro Zamora ⁴ y Enrique Maraño Reyes ⁵

¹ Programa de Ingeniería Industrial, Corporación Universitaria del Huila, Corhuila, Colombia

² Programa de Administración Financiera, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, Colombia

³ Programa de Administración de Empresas, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, Colombia

⁴ Departamento de Mecánica y Diseño (MyD), Tribology Group, Universidad de Oriente, Cuba

⁵ Centro de Estudios de Neurociencias y Procesamiento de Imágenes y Señales, Universidad de Oriente, Cuba

*Autor de correspondencia: ruthber.rodriguez@corhuila.edu.co

RESUMEN– En las últimas décadas, la industria de la robótica está evolucionando de manera exponencial y se pueden hacer robots humanoides, así como de poder realizar las funciones físicas de las personas. Desde este punto de vista, las manos robóticas son vitales para muchas personas que padecen bien sea de una amputación o de alguna enfermedad. El objetivo principal de esta investigación fue clasificar las señales de Electromiografía (EMG) recibidas del brazo humano de personas sanas y luego realizar la aplicación manual con mano robótica en un entorno virtual. Esto es muy importante para comprender y clasificar la estructura geométrica del objeto contenido en aplicaciones de mano robótica. Se investigó el tiempo de clasificación y la relación de precisión entre las Redes Neuronales Artificiales (RNA) y las Maquinas de Aprendizaje Extremo (MAE) utilizados para esta clasificación. Para ello, se extrajeron 10 características y las clasificaciones se probaron utilizando RNA y MAE. Los resultados de clasificación exitosos obtenidos se compararon entre sí y se aplicaron a una mano robótica virtual utilizando el programa V-Rep.

Palabras clave– *Mano robótica, Redes Neuronales Artificiales (RNA); Máquina de aprendizaje extremo (MAE); Señales de EMG*

ABSTRACT– In the last decades, the robotics industry is evolving exponentially and humanoid robots can be made, as well as being able to perform the physical functions of people. From this point of view, robotic hands are vital for many people who suffer from either an amputation or an illness. The main objective of this research was to classify the Electromyography (EMG) signals received from the human arm of healthy people and then perform the manual application with robotic hand in a virtual environment. This is very important to understand and classify the geometric structure of the object contained in robotic hand applications. We investigated the classification time and the precision relationship between the Artificial Neural Networks (ANN) and the Extreme Learning Machines (MAE) used for this classification. For this, 10 characteristics were extracted and the classifications were tested using ELM and ANN. The successful classification results obtained were compared with each other and applied to a virtual robotic hand using the V-Rep program.

Keywords– *Robotic hand, Artificial Neural Networks (ANN); Extreme Learning Machine (ELM); EMG signals*

1. Introducción

Algunas personas se enfrentan a tales problemas congénitos, accidentes laborales en la vida diaria que ocasionan la pérdida de extremidades. La industria de la robótica inteligente ha permitido el desarrollo de robots humanoides que pueden realizar las funciones físicas de las personas. En la actualidad, los brazos y manos robóticas han tenido un notable desarrollo. Las manos

robóticas deben ser capaces de cumplir con algunas habilidades básicas, como el agarre de objetos y la transferencia de un lugar a otro de manera similar a como lo realizan las personas en la vida diaria. La robótica toma importancia para las personas que han perdido su brazo o han nacido sin su brazo. Por ejemplo, en el campo del procesamiento de imágenes, se han trabajado las imágenes de diferentes posiciones de

la mano tomadas por la mano humana y el brazo robótico ha podido realizar estos movimientos rápidamente [1]. En otro estudio, se implementó un sistema de reconocimiento de movimiento de la mano utilizando el sensor Kinect. El movimiento se puede detectar en la aplicación para detectar movimientos de la mano en cualquier dirección, especialmente cuando se toma la dirección de un marcador 3D [2]. Además del procesamiento de imágenes, se han realizado muchas operaciones de procesamiento de señales. En el caso de un procesamiento de señal basado en máquinas de vectores de soporte, se toma la señal EMG de superficie para los movimientos de apertura y cierre de la mano humana y se muestra que esta señal es independiente de la posición del brazo, que se considera adecuada para el control de prótesis activas [3]. En un estudio de dos secciones que investiga el uso de señales electromiográficas (EMG) de la superficie del antebrazo para el control en tiempo real de un brazo robótico, también se proporciona un control de alto nivel [4]. En otro estudio, utilizando datos de señales de EMG, los movimientos básicos de la mano basados en el análisis de señales biomédicas se identificaron y clasificaron utilizando la Descomposición en Modo Empírico (DME) [5]. En este estudio, se extrajeron las características de la señal de EMG tomada del brazo de un hombre que tiene 25 años de edad en [5] y estas características se clasificaron en la Máquina de Aprendizaje Extremo (MAE) y las Redes Neuronales Artificiales (RNA). Los resultados de la clasificación se compararon y se observó que MAE es una mejor opción que RNA. En las siguientes partes de este documento, se explicarán brevemente RNA, MAE y extracción de características, luego se darán los experimentos y los resultados obtenidos. La sección final discutirá los resultados y lo que se puede hacer en el futuro.

2. Materiales y Métodos

En la actualidad, muchas aplicaciones robóticas se están realizando con señales del cuerpo humano. En este estudio, los experimentos se llevaron a cabo mediante el agarre libre y repetido de los diversos elementos necesarios para la identificación de los movimientos de las manos. El fuerza y la velocidad del agarre realizado se deja deliberadamente a la voluntad de la persona. Estos datos se recopilaron utilizando el programa

Labview de National Instruments (NI) a una frecuencia de muestreo de 500Hz. Mediante bandas elásticas y dos electrodos EMG de superficie del antebrazo para recopilar información sobre la activación muscular que se mantiene en el electrodo de referencia central y estas señales se transmitieron a un sistema EMG de dos canales utilizando el sistema EMG de Myoware [5]. Estos electrodos se conectaron a ambos lados del antebrazo y recibieron señales del antebrazo mientras se realizaba el agarre, y estas señales se transfirieron de los electrodos al electrodo de referencia central al que se conectó el electrodo al programa Labview del Instrumento Nacional (NI). Esta transferencia de datos se realizó utilizando el sistema de EMG Myoware. El paciente es un hombre sano de 22 años, al cual se le pidió a que sostenga los objetos con los siguientes seis patrones diferentes de agarre repetidamente Fig 1.

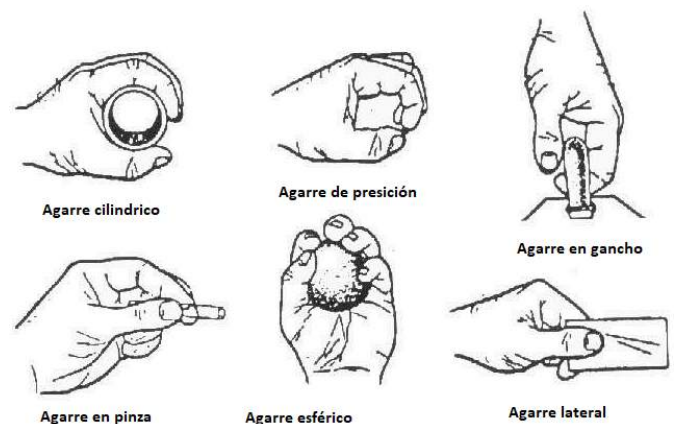


Figura 1. Seis diferentes tipos de agarre.[1]

- Cilíndrico: para sujetar herramientas cilíndricas.
- De presión: para sujetar herramientas pequeñas.
- Gancho: para soportar una carga pesada.
- Pinza: para agarrar con la palma hacia el objeto.
- Esférica: para sujetar herramientas esféricas.
- Lateral: para sujetar objetos delgados y planos.

El experimento consiste en que el sujeto realice 100 veces 6 agarres durante 3 días consecutivos. Por lo tanto, al final de la serie de 3 días, se obtuvieron un total de 1800 agarres que se miden desde canal-1 y canal-2, del dispositivo. Debido a que cada agarre se realiza a intervalos de 5 segundos, se obtienen 2500 piezas de datos para cada operación de agarre, puesto que este programa funciona a una frecuencia de 500Hz [5].

Teniendo en cuenta todo esto, hay 1,800 ciclos que toman 5 segundos y se usan para crear la RNA y el MAE. Por lo tanto, se obtienen 2500 datos en cada ciclo y se incluyen un total de 2500 a 1800 matrices de datos, respectivamente.

2.1 Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Uno de los subcampos de la inteligencia artificial son las RNA. A través de las neuronas se realiza el procesamiento de la información. Las neuronas están conectadas entre sí por conexiones ponderadas, como se puede observar en la Fig. 2.

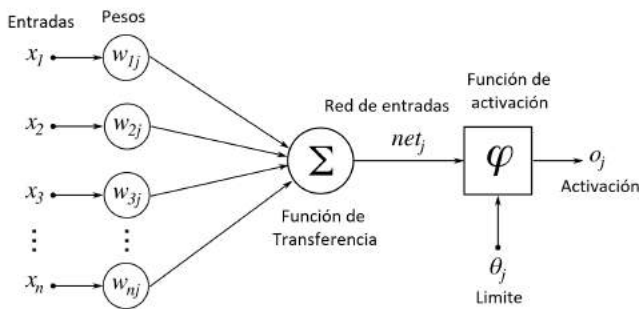


Figura 2. Estructura de una red neuronal artificial.

Una RNA consta de 3 capas básicas. Estas son una entrada, una capa oculta y una capa de salida. Los datos de entrada se aplican directamente a la capa de entrada, de modo que el número de neuronas en la capa de entrada es igual al número de cada muestra de entrada. Luego, estos datos pasan de operaciones como la función de suma, multiplicación y activación que llega a la capa de salida. Finalmente, estos datos se dan directamente a la capa de salida. Se puede utilizar más de una capa oculta en RNA dependiendo de la complejidad de la red. Una capa oculta fue utilizada en nuestro trabajo. La optimización de tipo perceptrón multicapa (PMC) se usa ampliamente en el campo de la optimización de la inteligencia artificial.

Las redes neuronales artificiales de tipo PMC se usaron en este estudio y las funciones de activación utilizadas entre las capas fueron; a) Sigmoidea logarítmico: Logsig b) tan sigmoidea y c) Purelin. Las redes neuronales artificiales pueden recopilar información sobre muestras, hacer generalizaciones y luego decidir sobre esas muestras utilizando información aprendida en comparación con muestras que nunca antes habían visto. Debido a estos aprendizajes y generalizaciones, las redes neuronales

artificiales encuentran una amplia aplicación en muchos campos científicos y demuestran su capacidad para resolver problemas complejos con éxito [6]. En este estudio, la estructura de la RNA consiste en entrada, salida y una capa oculta. Los datos de las señales EMG recopiladas previamente se entregan a la capa de entrada, que luego se actualiza mediante las funciones de activación y se transmite a la capa de salida. Se presenta la estructura básica de RNA en cada círculo se representa una neurona.

2.2 Máquina de Aprendizaje Extremo (MAE)

Una MAE en realidad tiene una estructura de red RNA con una sola capa oculta (ver Fig. 3) y el número de neuronas de capa oculta de MAE estándar suele ser más de 1000 [7]. Los pesos y los umbrales se asignan al azar. Estos pesos no se cambian después. Las operaciones se realizan de acuerdo con los pesos iniciales y los valores de umbral. Las entradas en el MAE son características derivadas de los datos disponibles. Los datos utilizados como salida son también los datos de destino. Dado que los pesos también se asignan al azar, el propósito principal aquí es encontrar el coeficiente Beta. Los coeficientes beta se generan durante la fase del entrenamiento y, a continuación, se utiliza el mismo coeficiente durante la fase de prueba. El inverso generalizado de Moore-Penrose se utiliza para encontrar los coeficientes beta [8]. Como resultado de la obtención de los coeficientes Beta, la red se entrena. Es decir, no hay un cálculo iterativo en el MAE. Por esta razón, tiene una gran ventaja en términos de velocidad del entrenamiento

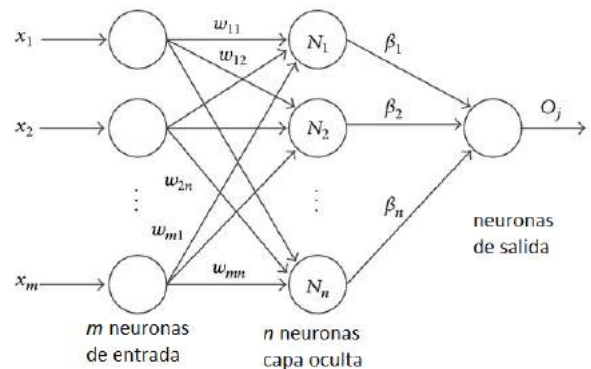


Figura 3. Estructura de una Máquina de Aprendizaje Extremo.

2.3 Extracción de características

Para clasificar los datos recibidos en RNA, es necesario extraer las propiedades de clasificación, y los procedimientos de entrenamiento y prueba se realizan según estas características. En este estudio, se extrajeron un total de 10 características, incluido el dominio del tiempo y la frecuencia. En el dominio del tiempo, se extrajeron cinco características: energía de señal, desviación estándar, promedio absoluto, sesgo y valor de curtosis. Para transferir la señal del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, la densidad espectral de potencia de la señal (DEP) debe obtenerse mediante el método de Welch [9] u otros y, por lo tanto, la señal se puede observar en el dominio de la frecuencia. Luego se extrajeron seis características, incluidos los promedios de esta frecuencia, la desviación estándar, la curtosis asimétrica, la densidad de potencia entre 0-50Hz y 50-250Hz.

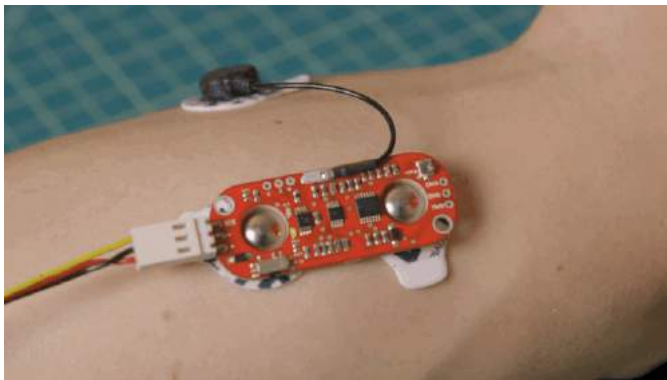


Figura 4. Extracción de las señales mioeléctricas.

2.3 Interfaz gráfica (GUI)

La GUI es una interfaz que permite al usuario interactuar con el programa utilizando objetos visuales (botón, editar texto, texto estático, graficas, etc.) [10]. En este estudio, los valores de precisión de los modelos RNA y MAE se obtuvieron mediante una interfaz y se representaron gráficamente, y la interfaz GUI desarrollada se muestra en la Fig. 5.

La interfaz se desarrolló con la versión de Labview 2018, se instaló en un computador Lenovo, con procesador Intel Core 7i, 8650U Processor (8M Cache, up to 4.20 GHz), Turbo Boost 4.3, con 4.2 GHz, memoria 8 GB de SDRAM DDR4-2133, disco duro de 1 Tb.

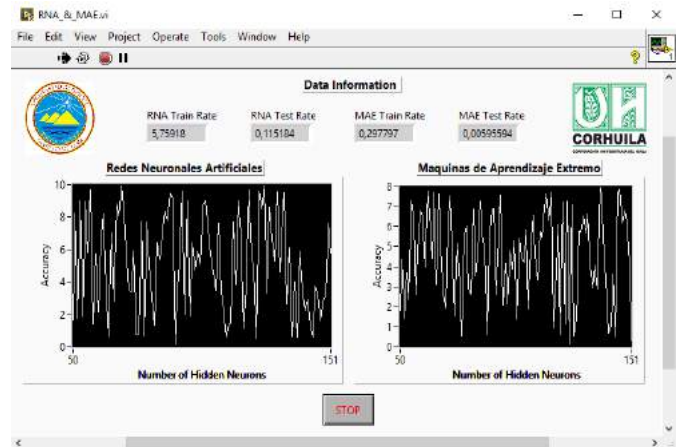


Figura 5. Panel frontal de la interfaz gráfica de usuario diseñada.

2.4 Entrenamiento y Pruebas en RNA y MAE

Las características extraídas de los datos mioeléctricos obtenidos se presentan como datos de entrenamiento y prueba a implementarse en las redes neuronales artificiales (RNA) y las máquinas de aprendizaje extremo (MAE). En esta investigación, el 80% de los datos presentados a RNA y MAE se tomaron como entrenamiento y el 20% como datos de prueba. La clasificación se realiza utilizando las actualizaciones de los valores de sesgo y el peso según el método Newton-Raphson [11] en RNA. Los parámetros RNA se encontraron según la mejor precisión y estos valores de parámetros se registraron en la Tabla I.

Tabla 1. Mejor parámetro de RNA encontrado durante la investigación.

Mejor parámetro de RNA	
Número de neuronas ocultas	7
Número de época	500
Tasa de aprendizaje	0.45
Coefficiente de impulso	0.15

Usando estos valores, se llevaron a cabo 12 procedimientos de entrenamiento y prueba. Como resultado de estas diez pruebas, se tomaron los promedios de los índices de clasificación. Se logró una clasificación con una precisión de entre el 94.00% y el 94.74% como resultado de las pruebas en MAE y el 87.81% -94.85% RNA. La tasa de precisión y el tiempo de entrenamiento se dieron en la Tabla II.

Tabla II. Comparación de RNA, MAE y tasas promedio de precisión.

	RNA			MAE		
	Entrenamiento (%)	Tiempo (%)	Prueba (%)	Entrenamiento (%)	Tiempo (%)	Prueba (%)
1	94.00	5.24	91.03	94.51	0.28	92,65
2	92.12	8.34	86.08	94.27	0.12	92,88
3	94.26	6.30	90.05	94.01	0.20	92,38
4	89.58	5.55	87.08	94.25	0.12	92,57
5	94.74	5.36	94.25	94.50	0.18	92,71
6	91.77	5.35	92.22	94.50	0.12	92,57
7	87.81	5.38	86.78	94.25	0.18	92,45
8	92.02	5.42	84.11	94.74	0.12	92,76
9	89.30	4.84	85.06	94.25	0.17	92,42
10	94.25	5.09	90.34	94.00	0.13	92,57
11	94.85	8.08	91.01	94.51	0.18	92,65
12	88.45	7.32	89.67	94.27	0.14	92,88
Promedio	91.93	6.02	88.97	94.31	0.16	92.61

3. Resultados

Se pueden usar múltiples capas ocultas en una RNA dependiendo de la complejidad del procesamiento. Utilizando dos capas ocultas se obtuvieron los mejores resultados. Así mismo, existen algunos parámetros del sistema que afectan directamente la clasificación en RNA, como lo son la tasa de aprendizaje, el coeficiente de impulso, el número de neuronas ocultas y el número de iteraciones.

Al variar estos parámetros, se pretende reducir el error del sistema al mínimo. En las figuras 6, 7 y 8 muestran gráficamente los valores de precisión obtenidos al cambiar estos valores dentro de un cierto rango para RNA. Podemos observar que en la gráfica de la tasa de precisión según el número de neuronas el porcentaje no sobrepasa el 95%, en un máximo de 12 neuronas ocultas. Así mismo, la mayor tasa de precisión se obtuvo solamente cuando existió el menor número de épocas en la RNA, alcanzando un 97%, valor que concuerda con la literatura según [7], [8].

Las MAE son un método que no depende de la iteración. Es decir, no hay limitación de parámetros en el método MAE, aunque hay muchas limitaciones de parámetros en el método RNA. Por consiguiente, los valores Beta (β) del MAE, se calculan independientemente a partir de la iteración. El número de neuronas ocultas es el factor que afecta el rendimiento en el método MAE. El gráfico de precisión obtenido al cambiar el número de neuronas ocultas dentro de un cierto rango se muestra en la figura 9.

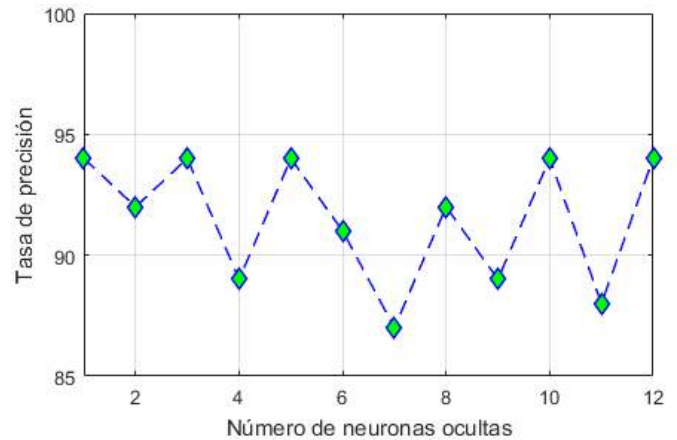


Figura 6. Tasa de precisión según el número de neuronas ocultas.

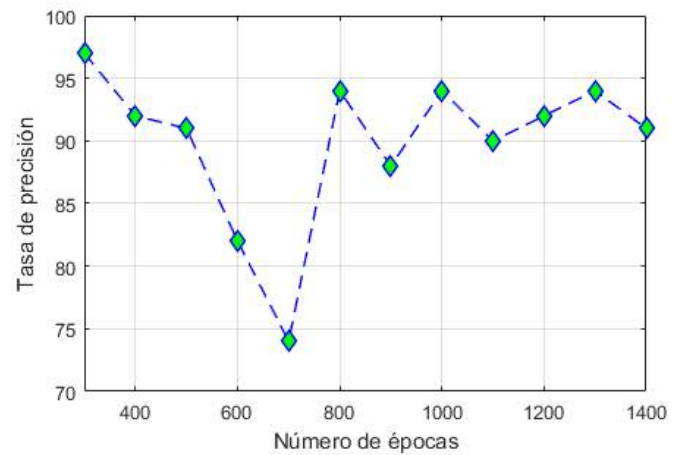


Figura 7. Tasa de precisión según el número de épocas.

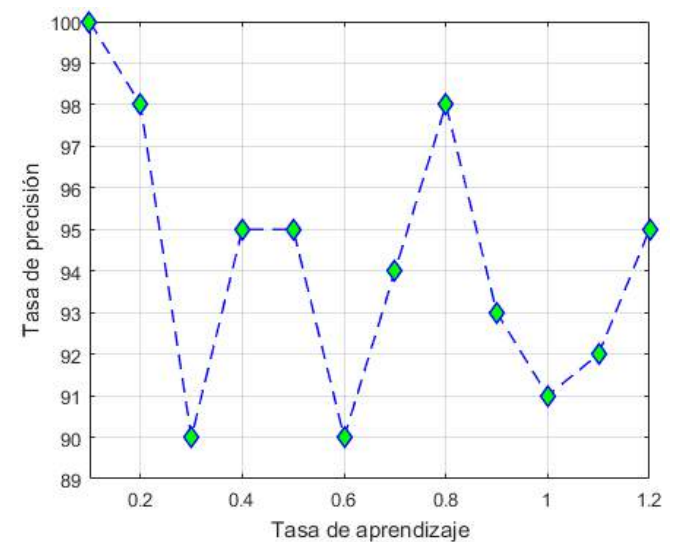


Figura 8. Tasa de precisión según la tasa de aprendizaje.

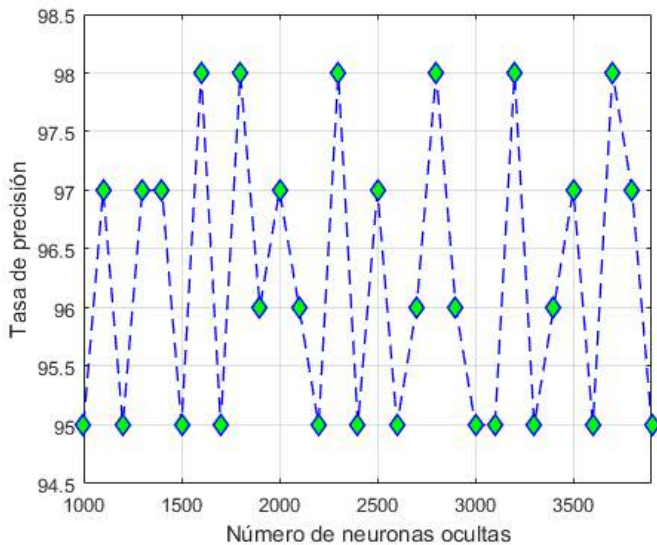


Figura 9. Valores de precisión según el número de neuronas ocultas para MAE.

4. Conclusiones

Los valores de precisión promedio se alcanzan como 94.85% para RNA en el tiempo de cálculo de 8.05 segundos y 94.74% para MAE en el tiempo de cálculo 0.12 segundos. Cuando se toma en cuenta el valor medio y los resultados obtenidos con las 12 pruebas, la varianza de la tasa de precisión de MAE es 0.0479, aunque la varianza de la relación de precisión RNA es 6.6466. Esto sugiere que el MAE será más estable en las respuestas del brazo robótico. También en aplicaciones en tiempo real, el tiempo de reacción del brazo robótico es muy importante. Aquí, la velocidad de aprendizaje de MAE es aproximadamente 67 veces más rápida que la de RNA. Por lo tanto, MAE será más efectivo en aplicaciones en tiempo real. Para concluir, se puede decir que MAE es una mejor opción que RNA en situaciones donde las reacciones son rápidas y precisas.

5. Referencias

[1] Chevtchenko, S. F., Vale, R. F., Macario, V., & Cordeiro, F. R. (2018). A convolutional neural network with feature fusion for real-time hand posture recognition. *Applied Soft Computing*, 73, 748-766.

[2] Mazhar, O., Ramdani, S., Navarro, B., Passama, R., & Cherubini, A. (2018, October). Towards Real-time Physical Human-Robot Interaction using Skeleton Information and Hand Gestures. In *2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp. 1-6). IEEE.

[3] Wang, J., Ren, H., Chen, W., & Zhang, P. (2015, August). A portable artificial robotic hand controlled by EMG signal using ANN classifier. In *2015 IEEE International Conference on Information and Automation* (pp. 2709-2714). IEEE.

[4] Duan, F., Ren, X., & Yang, Y. (2018). A Gesture Recognition System Based on Time Domain Features and Linear Discriminant Analysis. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*.

[5] Nishad, A., Upadhyay, A., Pachori, R. B., & Acharya, U. R. (2019). Automated classification of hand movements using tunable-Q wavelet transform based filter-bank with surface electromyogram signals. *Future Generation Computer Systems*, 93, 96-110.

[7] Wu, W., Wu, Q. J., Sun, W., Yang, Y., Yuan, X., Zheng, W. L., & Lu, B. L. (2018). A regression method with subnetwork neurons for vigilance estimation using EOG and EEG. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*.

[8] Huang, G., Huang, G. B., Song, S., & You, K. (2015). Trends in extreme learning machines: A review. *Neural Networks*, 61, 32-48.

[9] Sovilj, D., Eiroola, E., Miche, Y., Björk, K. M., Nian, R., Akusok, A., & Lendasse, A. (2016). Extreme learning machine for missing data using multiple imputations. *Neurocomputing*, 174, 220-231.

[10] Serrezuela, R. R., Trujillo, J. L. A., Delgado, D. R., Benavides, V. K. O., Zamora, R. S., & Reyes, E. M. (2018, September). Diseño e implementación de una prótesis de mano robótica antropomórfica subactuada. In *Memorias de Congresos UTP* (pp. 165-172).

[11] Rojas, J. H. C., Serrezuela, R. R., López, J. A. Q., & Perdomo, K. L. R. (2016). LQR hybrid approach control of a robotic arm two degrees of freedom. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(17), 9221-9228.

[12] Cao, W., Wang, X., Ming, Z., & Gao, J. (2018). A review on neural networks with random weights. *Neurocomputing*, 275, 278-287.

El Acceso a la información: Una propuesta en Panamá de gobierno abierto enfocados a contenido académico

Access to information: A proposal in Panama for open government focused on academic content

Gema Castillo-Sánchez ^{1*}, Danny Murillo ¹, Aranzazu Berbey ¹, Humberto Álvarez ¹

¹ Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: gema.castillo@utp.ac.pa

RESUMEN– Este artículo presenta la importancia del acceso a la información, muestra el concepto de datos abiertos, las demandas gobiernos a las universidades y plantea un propuesta de gobierno abierto. Es por ello, que el objetivo de este artículo es mostrar los procesos utilizados para estructurar, centralizar y visibilizar los contenidos de investigación, académicos y administrativos, utilizando formatos estándar de acceso abierto y datos abiertos para promover el gobierno abierto. Estos datos serán integrados a procesos de catalogación a través de plataformas que puedan visualizar esta información en la web con el fin de generar información que sirva como un elemento de evaluación y toma de decisiones para la Universidad, la sociedad y las entidades del Gobierno. La implementación de esta propuesta de plataformas tecnológicas para promover el acceso abierto a la información y los datos abiertos, han sido de gran beneficio, a nivel de catalogar, estandarizar, centralizar y visibilizar. Sin embargo; la forma en que se siguen generando los informes, no hacen posible analizar los datos. Por lo cual, se propone esta metodología que contempla una evaluación de los tipos de contenidos y procesos a seguir utilizando la herramienta metodológica para datos abiertos, Open Evidence basado en 5 pasos: Definir, Analizar, Implicar, Evaluar y Rediseñar. La propuesta de gobierno abierto enfocada en el sector académico ha permitido obtener resultados en el proceso de integración, centralización y normalización de documentos, en donde se han implementaron 4 de las 5 plataformas propuestas. Normalizando los datos bajo el esquema de datos Dublin Core para generar metadatos de los documentos.

Palabras clave– Acceso a la información, Datos Abiertos, (GA) Gobierno Abierto, Rendición de Cuentas.

ABSTRACT– This article presents the importance of access to information, shows the concept of open data, demands from governments to universities and proposes an open government proposal. The objective of this article is to show the processes used to structure, centralize and make visible the research, academic and administrative contents, using standard open access formats and open data to promote open government. This data will be integrated into cataloging processes through platforms that can visualize this information on the web in order to generate information that serves as an element of evaluation and decision making for the University, society and government entities. The implementation of this proposal of technological platforms to promote open access to information and open data has been of great benefit, at the level of cataloging, standardizing, centralizing and making visible. But nevertheless; The way reports are still being generated does not make it possible to analyze the data. Therefore, this methodology is proposed that contemplates an evaluation of the types of content and processes to continue using the methodological tool for open data, Open Evidence based on 5 steps: Define, Analyze, Involve, Evaluate and Redesign. The proposal of open government focused on the academic sector has allowed us to obtain results in the process of integration, centralization and standardization of documents, where 4 of the 5 proposed platforms have been implemented. Normalizing the data under the Dublin Core data scheme to generate document metadata.

Keywords– Access to information, Open Data, Open Government, Accountability.

1. Introducción

Las garantías existentes en algunos países Latinoamericanos, para aplicar el ejercicio del derecho de acceso a la información pública es un requerimiento indispensable para fomentar y fortalecer la gobernabilidad, así como la democracia. En la medida que los ciudadanos tengan mayor acceso a los datos y sepan cómo reutilizarlos, serán capaces de exigir a sus gobernantes sus derechos. El control restringido de los datos es conocimiento, conocimiento que genera poder de gobernantes o instituciones para tener un control social, pero compartir el conocimiento permite la dispersión del poder de manera que beneficie a muchos, no a unos pocos [1].

Una estrategia implantada por algunos países que cuentan con una norma sobre el acceso a la información ha establecido la estrategia de facilitar datos de manera abierta, definido como Open Data. Esta forma de difundir la información de carácter pública ayuda a las sociedades o individuos a ejercer sus derechos, está difusión se apoya principalmente por la revolución digital a través de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's). La apertura de datos junto con las TIC's pueden ayudar a fomentar la rendición de cuentas entre corporaciones, culturas y entre países, para favorecer al ciudadano y por ende al país [2].

A nivel internacional la entidad que promueve el OpenData es la Asociación de Gobierno Abierto (AGA), Open Government Partnership en inglés. AGA es una organización que trabaja para transformar el gobierno y este sirva a sus ciudadanos, donde este sea el enfoque principal de crear un gobierno abierto (GA)[3]. El GA surge como un nuevo modelo de relación entre los gobernantes, las administraciones y la sociedad, este considera a los ciudadanos corresponsables de la evaluación, definición, diseño y desarrollo de los servicios que las administraciones públicas les prestan, y les da el poder de solucionar sus problemas [4]. El enfoque habitual de los gobiernos ha sido el de salvaguardar los datos, las informaciones y el conocimiento, sin reconocer que los datos son la materia prima para que nuevos actores elaboren nuevos productos y servicios, creando valor que les permita tener la base para la toma de decisiones. La apertura de los datos es una forma de capacitar a los ciudadanos y hacerlos más responsables, generando la conexión entre

la administración, políticos y ciudadanos, facilitando la participación de estos últimos en la vida pública.

Aunque existen muchos beneficios del GA, lamentablemente sus principales componentes: Transparencia, Cooperación y Colaboración, están orientadas a generar datos de rendición de cuentas de los gobiernos, quedando excluidos datos de interés en el sector académico. Según Ester Kaufman, 2015 (México, OGP, Civil Society Day) [5], el sector académico es un actor relevante que incorporar en el proceso del Gobierno Abierto ya que ha tenido un crecimiento exponencial signado por una complejidad creciente de contenido generados por profesores e investigadores. Para dar respuesta a la necesidad de este sector, en el año 2015, en Argentina nació la Red Académica de Gobierno Abierto, bajo la premisa de que el ámbito académico debe ser parte del conjunto de organizaciones de la sociedad civil que están comprometiéndose con Gobierno Abierto para garantizar espacios más estables de investigación y como espacio de reflexión sobre la necesidad de apertura de las propias universidades [6].

Para algunos gobiernos las universidades deben estar involucradas en el GA y es por ello que existen algunas demandas solicitadas [7]: capacitación en temáticas vinculadas a la gestión de la información, acceso a investigaciones elaboradas por las universidades, generación de repositorios de experiencias de GA en gobiernos locales, herramientas metodológicas para la implementación de prácticas de participación ciudadana, poner el enfoque de GA en la agenda de la investigación articularlo con la gestión pública, acompañar en el ciclo de los planes de acción del país.

De estas demandas se resalta el acceso a la información de contenidos académicos y datos a través de repositorios y articulados a la gestión pública para promover el acceso a los contenidos. Se recalca que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promueve el desarrollo sostenible, fomentando el dialogo a través de la educación, la ciencia, la información y la comunicación en busca de minimizar la pobreza [8], este fomento puede hacerse efectivo a través de TIC'S los cuales conducen a modelos educativos de mejor calidad.

A nivel nacional, en el 2015 la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) empezó a trabajar en

cumplir con estas demandas, creando iniciativas de acceso a investigaciones a través del sitio web de la universidad. En el 2016, se realizó un análisis de los documentos en Google específicamente de la página web de la UTP en las secciones de transparencia, publicaciones, estadísticas y centros de investigación, se identificaron 15,350 documentos con los formatos (pdf, xls, doc); el 75% de los documentos estaban en formato PDF, el 15% en .doc o .docx y el 1.6% en formato .xls.

Del documento encontrado cerca de 3,560 se encontraban repetidos en diferentes secciones del sitio web, en estos documentos se encontraron informes relacionados con: Indicadores del Ranking Universitario, número de graduados por año y facultad, datos de cursos virtuales, estadísticas de egresados, informes de rendición de cuenta, datos de extensión y de investigación, publicaciones científicas, los informes de datos no están normalizados y se divulgaban en la sección de Transparencia del sitio web UTP para cumplir con la política de Gobierno abierto de país [9].

Al revisar el procedimiento de informes de docente, investigador realizados, mensualmente son enviados en formato .doc o .xls al nivel de jefe de departamento; éste hace un resumen de todos los informes y genera otro informe en formato .doc; el jefe de departamento envía este documento al nivel de directivos (decanos, directores de centros de investigación) y el director realiza y presenta un resumen en formato .ppt al nivel de las autoridades principales. El informe de las autoridades en formato .ppt se coloca en las secciones Investigación, Academia, Planificación del sitio web; por último, estos informes se presentan y envían a rectoría, donde se hace un resumen de todos y se crea un documento PDF.

El objetivo de este trabajo es presentar los procesos utilizados para estructurar, centralizar y visibilizar los contenidos de investigación y académicos, utilizando los 5 pasos para definir la estrategia de acceso abierto, Open Evidence [10]. Los datos y contenidos identificados de interés serán integrados a procesos de catalogación a través de plataformas tecnológicas que puedan visualizar esta información en la web con el fin de generar documentos que eviten la diluir la información que se realiza a través de los informes de académicos y autoridades. información que puede servir como un elemento de evaluación y toma de decisiones para la Universidad, la sociedad y las entidades del Gobierno.

2. Datos Abiertos:

Una definición que tomaremos en cuenta es: “Los datos abiertos son datos que pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, y que se encuentran sujetos, cuando más, al requerimiento de atribución y de compartirse de la misma manera en que aparecen” [11].

Otra manera de expresar los datos abiertos es: “Datos abiertos son datos digitales que son puestos a disposición con las características técnicas y jurídicas necesarias para que puedan ser usados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, en cualquier momento y en cualquier lugar” [12].

2.1. Panamá y el Gobierno abierto

La autoridad Nacional de Transparencia y Acceso a la Información (ANTAI), creada en 2013, es la entidad rectora en temas de transparencia y gobierno abierto en Panamá. Sin embargo, no cuenta con el mandato legal de vincular a las demás entidades con la AGA. Uno de los aportes relevantes de los países que participan del AGA es que se deben establecer compromisos en sus planes de acción, los cuales tienen una duración de dos años. El plan de acción de Panamá contiene 20 compromisos.

2.2. Gobierno abierto y datos abiertos académicos

Existen algunas experiencias de la vinculación del sector académico en el ciclo de los planes de acción del Gobierno Abierto y datos abiertos.

- **Argentina 2015**, Convocó a universidades para la elaboración del Plan. Compromiso de Universidad Abierta en el 2º Plan de Acción Oficina de Acceso a la Información Pública.
- **Costa Rica 2015**, Generó normativa específica. Comisión Nacional por un Gobierno Abierto (CNGA) junto a gobierno, la sociedad civil, la empresa privada y universidades públicas.
- **Panamá**, En enero de 2015, para la elaboración del 2º Plan se convocó a universidades.
- **Argentina 2016**, Funcionarios y académicos debatieron sobre acceso a la información, datos abiertos y gestión tecnológica, en un encuentro sobre Gobierno Abierto que se desarrolló en la Universidad Nacional de Cuyo [13].
- **Uruguay**: gobiernos departamentales, sociedad civil y academia. Se convocó formalmente a un representante de la Licenciatura de Ciencias Políticas

de la Universidad Mayor de la República; dos representantes de la sociedad civil; un representante del Congreso de Intendentes Departamentales; y a un representante de UNESCO [14].

- **España:** Desde el 2012, la Fundación Compromiso y Transparencia elabora un informe sobre “transparencia voluntaria en la web de las universidades españolas”. Desde este año en que se publicó el primer análisis, la universidad pública española han mejorado notablemente sus resultados en transparencia principalmente por la aprobación de la Ley 19/2013 de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.

3. Metodología

Se realizó una evaluación de los tipos de contenidos y procesos a seguir utilizando la herramienta metodológica para datos abiertos, Open Evidence que se basa en 5 pasos: Definir, Analizar, Implicar, Evaluar y Rediseñar.

3.1 Plataformas e iniciativas implementadas

Para la creación de las plataformas y normalización de los documentos se realizaron las siguientes iniciativas:

- a. **Portal de Revistas:** plataforma implementada con Open Journal System (OJS) 2.8, para gestión de revistas.
- b. **Repositorio Institucional UTP-Ridda2:** plataforma implementada usando Dspace 5.2.
- c. **Plataforma de investigadores:** plataforma creada usando el framework Laravel basado en PHP y base de datos Mysql.
- d. **Plataforma de datos abiertos:** plataformas implantada usando plataforma CKAN.
- e. **Componente de Moodle:** plugin de Moodle v.3.6 basado en PHP para comunicarse con el repositorio.

3.2 Propuesta de centralización y normalización de datos y documentos

El esquema de la propuesta de centralización se presenta en la figura 1, donde en la sección A, es el proceso realizado actualmente, donde se crean informes por colaborador, que luego pasan a los directivos, los que hacen un resumen del informe y luego lo presentan a las autoridades. La forma de presentar los informes no solo diluye la información, sino que los datos, documentos y recursos científicos y académicos que se mencionan en los informes, no se muestran en lugar del sitio web de la universidad o por lo menos no de forma completa.

En la sección B, muestra que previo al paso A se debe incluir los documentos académicos, publicaciones, datos generados de investigaciones y análisis estadístico en las plataformas propuestas previo o posterior al informe generado, de forma que se pueda visualizar esta información y a la vez centralizarla. Se hace la recomendación de que estos informes sean generados utilizando una plantilla estándar en .doc, para que se pueda unificar la información.

El Repositorio de Investigación contendrá los enlaces, documentos y datos de todos los artículos de investigación realizados por los investigadores de la UTP en revistas externa a la UTP, congreso, tesis, manuales. El portal de revista integrará todos los artículos de los investigadores y docentes publicados en Revistas propiedad de la Editorial UTP. El repositorio Administrativo tendrá informes estadísticos, inversión, educación continua y actividades ligadas a diferentes estamentos de La Universidad.

La plataforma de Investigación extraerá datos de los Repositorios de Investigación, Portal de Revistas y Repositorio Administrativo, desde esta plataforma se generarán informes que estarán basados en diferentes indicadores, el compendio de todos los informes por estamento podrá ser descargados por cada director de Sede o Facultad el cual podrá utilizar esta información que ya está online para generar su informe de Rendición de cuenta, según el formato que desee presentar.

El componente de Moodle permitirá que aquellos profesores que generen cursos en esta plataforma puedan integrar los documentos que crean pertinente en acceso abierto y bajo alguna licencia Creative Commons, esta vinculación lo realiza el componente directamente al repositorio utilizando el protocolo Sword de interoperabilidad y a través de una interface, sin que el profesor tenga que volver a subir los contenidos al repositorio y cumpliendo con la metadada necesaria.

Los documentos del repositorio estarán indexados a Google Scholar donde posteriormente se integrarán a la plataforma de investigadores para generar informes de números de publicaciones. Todos los documentos estadísticos se mostrarán en el formato abierto (.csv) como las presentaciones de los informes en formato .ppt, se transformarán en PDF. Esto permitirá mantener los archivos de informes originales en una Plataforma que puede ser utilizado por otros departamentos y entidades del gobierno.

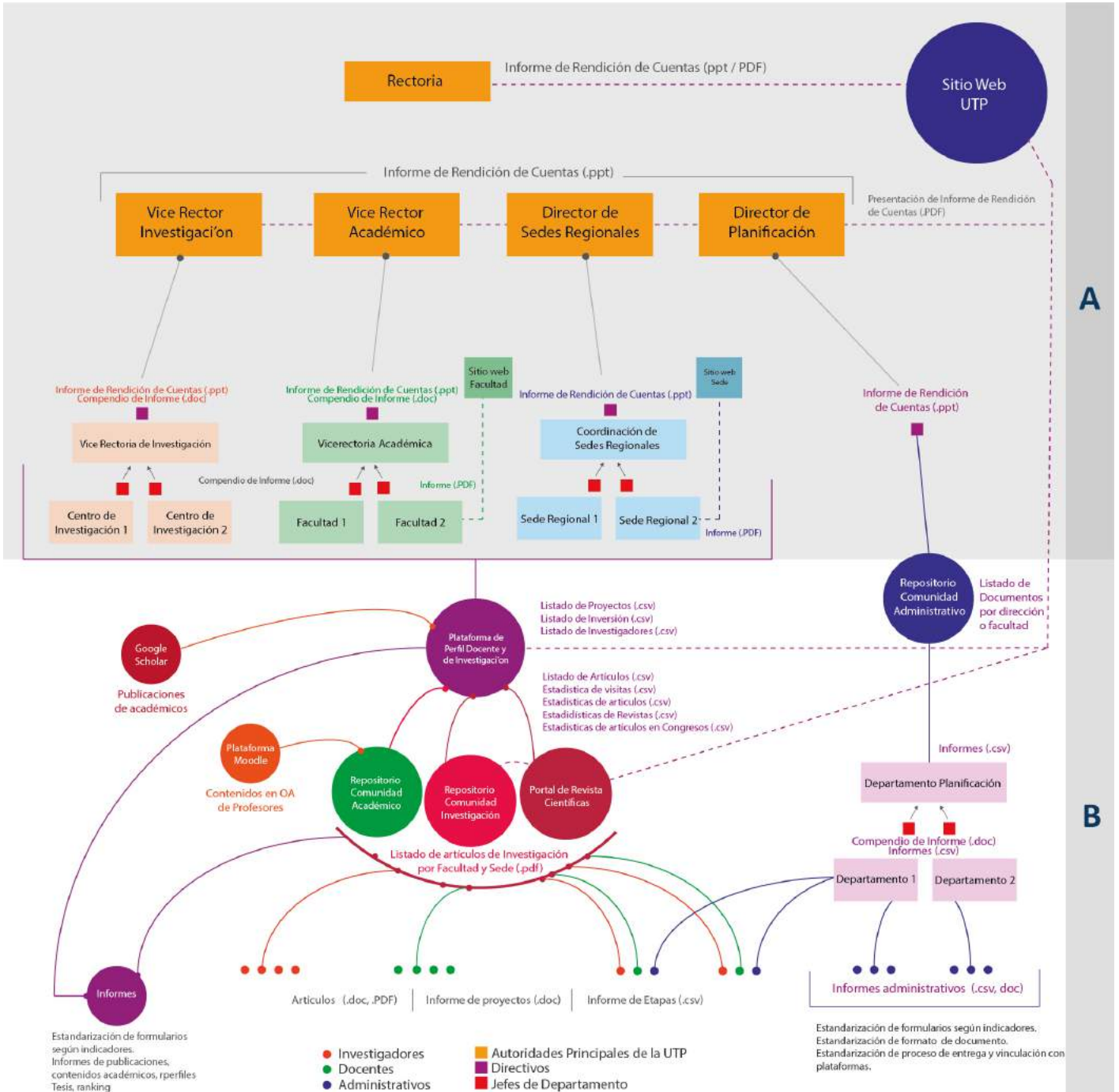


Figura 1. Esquema del proceso de integración de plataformas y normalización de documentos.

4. Resultados

4.1. Evaluación de los contenidos de datos abiertos según pasos de Open Evidence

- a. **Definir:** se definió el objetivo basado en estructurar, centralizar y visibilizar los contenidos de investigación y académicos a través del uso de plataformas tecnológicas, mostrados en formato abierto para evitar pérdida de datos en los informes.
- b. **Analizar:** se analizaron los informes de rendición de cuentas realizados en la UTP por diferentes departamentos identificando los contenidos mencionados en estos por académicos e investigadores que pudieran integrarse a las plataformas tecnológicas.
- c. **Implicar:** se creó un procedimiento enfocado en “hacer que funcione” generando políticas de acceso abierto de repositorio, de revistas y estándares de contenidos y formatos. Se identificaron a los autores del proceso y beneficiarios en cada paso, integrando a las autoridades, directivos, decanos, investigadores, académicos, personal de estadísticas e indicadores, enfocados proveer los datos.
- d. **Evaluar:** se evaluaron los contenidos que se podían visualizar, los tipos de indicadores a medir y también lo actores involucrados. Algunos de los documentos por áreas identificados fueron: oferta y rendimiento académico, contenidos de los académicos, proyectos de investigación, publicaciones, documentos por facultades y centros de investigación, número de participantes por proyectos o documentos (autores), generar informes estadísticos de los tipos de documentos, visitas, descargas u otros indicadores de ciencia medibles.
- e. **Rediseñar:** se evaluó la integración con otras plataformas a través de protocolos de interoperabilidad, como es el caso de plataforma Nacional de datos abiertos o el Repositorio Internacional, La Referencia, con el objetivo de analizar las mejoras que se puedan hacer a esta metodología para que se pueda mejorar constantemente para el beneficio de la universidad y entidades del gobierno.

4.2 Plataformas tecnológicas implementadas

Para el proceso de integración, centralización y normalización de documentos se implementaron 4 de las 5 plataformas propuestas, normalizando los datos bajo el esquema de datos Dublin Core para generar metadatos de los documentos.

- a. **Portal de Revistas:** su objetivo fue centralizar todas las revistas por volumen y publicaciones y eliminar la sección de revistas del sitio web UTP, integrando más de 850 publicaciones de 40 volúmenes y 7 revistas, 4 de corte científico académico (www.revistas.utp.ac.pa/).
- b. **Repositorio Institucional UTP-Ridda2 (RI):** se creó esta plataforma con secciones o colecciones de administrativos, académicos, publicaciones, revistas para centralizar contenidos que se encuentran dispersos en el sitio web de la UTP, en esta plataforma se han integrado 2,400 documentos [15] (www.ridda2.utp.ac.pa/).
- c. **Plataforma de investigadores:** se han creado 185 perfiles de investigadores de la UTP con datos que cada docente investigador a incluido, adicional los proyectos y publicaciones que provienen de las dos plataformas mencionadas anteriormente (www.investigadores.utp.ac.pa/).
- d. **Plataforma de datos abiertos:** plataformas solo de datos de investigación, académicos y administrativos (www.datosabiertos.utp.ac.pa/).
- e. **Componente de Moodle:** el componente ha sido probado para las versiones de 3.4 a 3.6, logrando integrar 20 documentos en formato .doc, .ppt, .pdf directamente al repositorio institucional, sin embargo, se está en proceso de habilitar la política de acceso abierto.

4.3 Documentos integrados a las plataformas

En la figura 2, se muestra el número de documentos que fueron integrados a las diferentes plataformas con el objetivo de centralizar la información y promover el acceso abierto a la información abierto. De los 3,560 documentos identificados en el análisis inicial como repetidos en el sitio web de la UTP el 95% fue eliminado y reubicado en las diferentes plataformas. En la plataforma de revistas se incluyeron 886 publicaciones de 7 revistas no todas proveniente del sitio web UTP ya que algunas solo estaban en un solo volumen. En el repositorio de integraron 2,400 documentos agrupados en 6 categorías, 150 documentos fueron agregados a la plataforma de investigadores, más que todos relacionados con hojas de vida de investigadores.

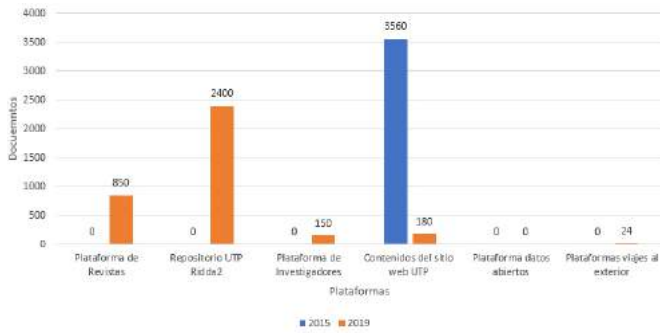


Figura 2. Documentos generados en las plataformas 2015 vs 2019.

En la figura 3, se muestra el número de documento por sección que fueron añadidos al repositorio según su tipo de contenido, algunos de ellos proveniente del sitio web de la UTP. Los contenidos de la sección de Revistas provienen de la Plataforma de Portal de Revistas con 886, esto con la idea de poder integrar estos documentos a otras plataformas. Se crearon nuevas secciones como Congresos con 269 documentos, publicaciones científicas con 352 y Tesis con 11 para promover el componente de investigación. Se han generado 25 informes dinámicos de viajes al exterior en la sección transparencia del sitio web. En el tema de datos abiertos, se han incluidos 150 datos estadísticos del año 2013 al 2016 relacionados con ingreso de estudiantes a la UTP por semestre, sede y facultad en formato .csv (www.ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/2918) generadas por el departamento de planificación que antes se realizaba completamente en PDF. Se ha promovido la creación de enlaces en la memoria de estadísticas para enlazar estos datos para que puedan ser reutilizados.

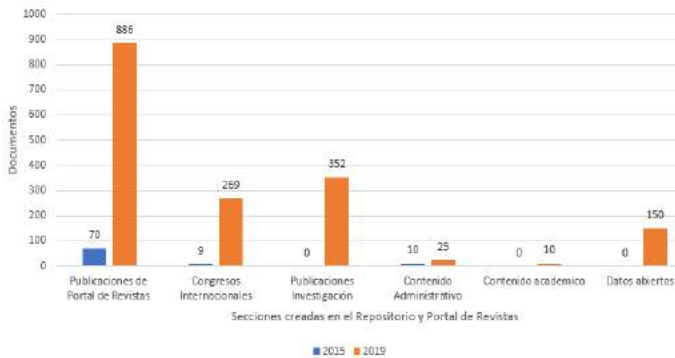


Figura 3. Número de documentos por categoría en el repositorio.

Uno de los indicadores que le ha dado valor a esta implementación es que la creación de las diferentes secciones ha permitido que se puedan medir las visitas y búsquedas en el Repositorio. En la figura 4 se muestra que en el año 2017 se integraron al RI 640 documentos, un 10% presento errores en los metadatos y el 83% se pudo indexar en GS. Para el año 2018, se hicieron las adecuaciones en el repositorio y de los 1,740 documentos integrados, el 100% fue cosechado por GS y no hubo errores en los metadatos; en ese año el incremento en el número de visitas fue de 15,703 más visitas con respecto al año anterior; en el número de búsquedas, también hubo un aumento de 11,850 en el 2017 a 113,000 en 2018. En el año 2019 se integraron 2400 documentos, todos cosechados y no se presentó errores en la metadata, las visitas se incrementaron en 391.4% y las búsquedas de 113,000 a 184,320.

Otros datos estadísticos del RI es que el 38% de la visita provienen de Colombia y el 35% de Panamá y el 20.1% de visitas son de países como: Colombia, México, España, Perú, Ecuador, Estados Unidos, Chile, Argentina, Brasil. En el indicador de búsqueda el 29.9% de estas viene de Google, el 45.9% de GS, 6% de otras bases de datos (listadas en la tabla 2) y el 2% de redes sociales.

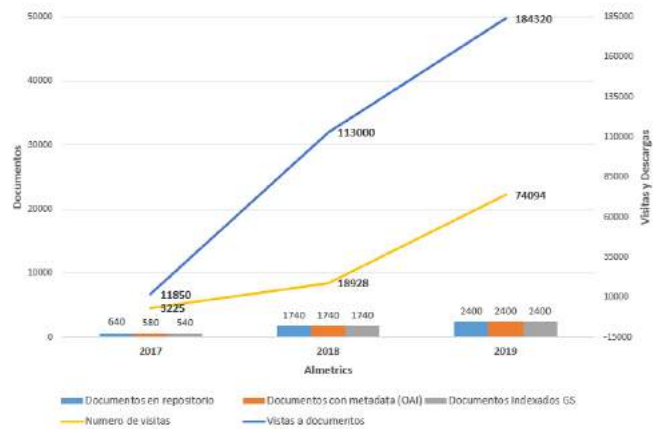


Figura 4. Esquema del proceso de integración de plataformas y normalización de documentos.

5. Conclusiones

Sobre el derecho al acceso a la información: El acceso de la información pública debe ir de la mano con un intercambio de conocimiento a nivel mundial, se deben eliminar los obstáculos que limiten el acceso equitativo a

la información sobre las actividades económicas, sociales, políticas, culturales, científicas o de salud de nuestros países.

Los datos abiertos de carácter público y con acceso gratuito, son producidos por los gobiernos y sus instituciones. Es una estrategia para hacer gobiernos más eficientes y transparentes al brindar información de la gestión pública de esta forma.

La implementación de esta propuesta de plataformas tecnológicas para promover el acceso abierto a la información ha sido de gran beneficio, a nivel de catalogar, estandarizar, centralizar y visibilizar, sin embargo, los contenidos generados para la rendición de cuentas siguen sin dar frutos; la forma en que se siguen generando los informes, no hacen posible analizar los datos, ya que requiere de un apolítica institucional.

Algunas iniciativas de aplicaciones desarrolladas con los datos abiertos como la implementadas se han concebido para involucrar proactivamente a sus usuarios, en un proceso llamado autoarchivado para mejorar la integración de los contenidos directamente por el usuario que los genera.

Es importante resaltar que los gobiernos pueden priorizar los recursos para visualizar las iniciativas internas y asegurar al personal de gobierno se encuentre capacitado en la estrategia de datos abiertos, tomando en cuenta el que hacer de la universidad como fuente de información y conocimiento, con todo esto, se puede lograr la democratización de los datos y el desarrollo de una cultura gubernamental y académica más transparente.

El proceso de establecimiento de las prioridades contempla tanto la parte tecnológica como la parte de los sectores que producen. Además, se deben tomar en cuenta a los posibles consumidores de la información para el re-uso de esta. Un elemento por destacar es que la propuesta de GA implementada está enmarcada por ahora en contenidos académicos y científicos, enfoque que promueve la Red académica de gobierno abierto (RAGA), sin embargo, es necesario lograr integrar los contenidos administrativos de la gestión.

Referencias

- [1] R. Melero and J. Hernández-San-Miguel, "Acceso abierto a los datos de investigación, una vía hacia la colaboración científica," *Rev. española Doc. Científica*, vol. 37, no. 4, p. e066, 2014.
- [2] N. Clabo and I. Ramos-Vielba, "The re-use of open data in the Spanish public administration and the application of public copyright licenses | Reutilización de datos abiertos en la administración pública en España y uso de licencias-tipo," *Rev. Esp. Doc. Cient.*, vol. 38, no. 3, pp. 1–14, 2015.
- [3] Open Government Partnership, "Acerca de Asociación de Gobierno Abierto (AGA)," 2019. [Online]. Available: <https://www.opengovpartnership.org/about/>.
- [4] L. A. Ariño Martín, R. Borillo Doménech, J. Campos Díaz, Ó. Corcho, S. Castro Muñoz, and M. José García, "Hacia una universidad abierta," 2015.
- [5] E. Kaufman, "Gobierno abierto: perspectiva académica," 2017.
- [6] L. Neuman, "Acceso a la información: la llave para la democracia," Atlanta, 2002.
- [7] E. Kaufman, "Lecciones aprendidas de la experiencia internacional. Lo bueno y lo malo". En *Gobierno abierto: el valor social de la información pública.*, Instituto Tabasqueño de Transparencia y Acceso a la Información Pública (ITAIP) y UNAM. .
- [8] Unesco, "Libertad de información | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura," *Libertad de información*, 2017. .
- [9] G. de la Guardia, "PANAMÁ INFORME DE AVANCES 2015–2016," 2016.
- [10] Organización de Estados Americanos, *Hacia el Gobierno abierto, una caja de herramientas*. 2015.
- [11] Open Data Handbook, "¿Qué son los datos abiertos?, ¿que significa Abierto? .
- [12] Open Data Charter, "Principios - International Open Data Charter," *Carta internacional de Datos Abiertos*. .
- [13] F. K. Ali Shah Hosein, "Curso: ' El acceso a la información pública , su evolución y aplicaciones en los países de las Américas ' Módulo 1 : Derecho de Acceso a la Información Pública 1," *Campus Virtual*, 2015.
- [14] OEA, "OEA - Organización de los Estados Americanos: Democracia para la paz, la seguridad y el desarrollo," *Artículo 13 - Convención Americana sobre Derechos Humanos*, 2009. .
- [15] D. Murillo, H. Calderon, and D. Saavedra, "Ecosistema tecnológico para mejorar la visibilidad de las publicaciones científicas y académicas de acceso abierto en la Universidad Tecnológica de Panamá," *Memorias Congr. UTP*, vol. 1, no. 1, pp. 73–80, 2018.

Sistema de Automatización de Acondicionadores de Aire y Luminarias para Edificios utilizando sensores de Bajo Costo

Automation System for Air Conditioners and Luminaires for Buildings using Low Cost Components

Jorge M. Morales G.¹, Iveth Moreno², Alexander Bernal³, José Rolando Serracín²

¹Licenciatura en Electrónica y Sistemas de Comunicación, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

²Grupo Robo-Proc, Centro Regional de Chiriquí, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

³Licenciatura en Desarrollo de Software, Facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

*Autor de correspondencia: jose.serracin@utp.ac.pa

RESUMEN– El término Domótica procede de la palabra francesa domotique que podría definirse como el conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados para satisfacer las necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort del hombre y de su entorno más cercano. Este proyecto consiste en un sistema inteligente basado en open software/open hardware, utilizando como base un Arduino. El sistema desarrollado mejora las condiciones del entorno donde se encuentra instalado, por medio de la automatización lograda para las luminarias y los aires acondicionados. Permitiendo un entorno con más flexibilidad, escalabilidad, robustez, amigabilidad, tiempos de respuesta adecuada, configurable, alertas para seguridad, control de acceso de usuarios, y finalmente ahorro de energía. Este sistema es desarrollado con el objetivo que pueda ser implementado en edificios tanto en el servicio público como privado.

Palabras clave– Domótica, Automatización, Ahorro Energético, Arduino.

ABSTRACT– The term Domotics comes from the French word domotique that could be defined as the set of services provided by integrated technological systems to satisfy the basic needs of security, communication, energy management and comfort, of man and his closest environment. This project consists of an intelligent open software / open hardware system, using as a base platform the control card called Arduino. It is directly connected to the environment of the problem, which is capable of exhibiting a flexible, reactive, proactive and social behavior tending to meet its design objectives. This resulted in a compact system with flexibility, scalability, robustness, friendliness, adequate response times, personalized services (according to the needs of the environment), security, access control with a capacity of 3000 users, a comfortable environment and finally saving of energy. This system is developed with the aim that it can be implemented on a large scale in buildings in both public and private services.

Keywords– Automation, Energy Saving, Comfort, Safety, Class Laboratory and Low Cost.

1. Introducción

En este artículo se pretende mostrar el proceso de elaboración de un prototipo de un sistema de automatización de acondicionadores de aire y luminarias en edificios, utilizando como base componentes electrónicos de bajo costo. El prototipo propuesto para este sistema es un diseño a la medida, que se estará instalando en el laboratorio de Robótica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica del Centro Regional de Chiriquí de la Universidad Tecnológica de Panamá, y así tener control en el uso de los dispositivos eléctricos y luminarias del laboratorio.

Los sistemas de automatización han demostrado que un empleado que se sienta seguro y cómodo dentro de su edificio de trabajo es 20% más productivo que sentirse sin seguridad y comodidad [1]. Por esto, en la actualidad la seguridad, el confort, el ahorro energético y la accesibilidad son fundamentales en la búsqueda de la eficiencia y la comodidad.

Estos sistemas de automatización están compuestos de microcontroladores y sensores electrónicos encargados de operar y monitorear los equipos de aire acondicionado y la iluminación entre otras cosas más.

Los sistemas de automatización ofrecen un control inteligente de acceso a personas (estudiantes, profesores, personal administrativo, personal de aseo) en aulas, laboratorios, oficinas de instituciones educativas, centros comerciales, hoteles, bancos entre otros. [2]

El propósito del proyecto presentado es el diseño y elaboración de un sistema electrónico de automatización que contribuirá con el ahorro energético, comodidad y confort a los estudiantes y profesores cuando utilicen las aulas del edificio; mediante un control eficiente y optimizado de los aires acondicionados, luminarias, control de acceso y sensores electrónicos de bajo costo.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: En la primera sección, la introducción; la segunda sección, los antecedentes; la tercera sección es el diseño del sistema de automatización en el laboratorio de Robótica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica; la cuarta sección es la de metodología y funcionamiento; la quinta sección son los resultados; y la última sección es la de conclusiones.

2. Antecedentes

En las investigaciones que buscan posibles soluciones a los problemas de automatización en pequeña escala, se encuentra el uso de la plataforma de open hardware y control que tiene como nombre *Arduino*, y que es el fundamento del proyecto titulado: Automatización de Pequeña Escala con Open Hardware presentado en la Escuela de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico de Costa Rica [3]. Señalando que en estos sistemas existen muchas ventajas que permitirán el crecimiento de su uso a nivel mundial.

Otro trabajo similar es la tesis denominada Control de Temperatura en Instalaciones de Distribución Intermedia de Edificios Inteligentes, presentado en 2014 en la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México. [4]. En el mismo se plantea un diseño de sistema de automatización para el control de temperatura en las instalaciones de Distribución Intermedia, para obtener un correcto funcionamiento en los dispositivos electrónicos y de comunicación.

Cabe señalar, que algunos trabajos finales de materia sirven como referencia de automatización de edificios, primeramente, se destaca el de la materia de Taller II titulado Control De Aire Acondicionado Vía Internet, presentado en 2013 ante el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de

Mérida. En este trabajo se realizó la automatización de dos aulas mediante una red inalámbrica, con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica; y además se buscó controlar el encendido/apagado y la temperatura de los aires acondicionados, para lo que se elaboró un control remoto desde un puesto de control [5]. Otro Trabajo es presentado en la materia de Aplicaciones a Tiempo Real titulado: Domótica. Desarrollo del Sistema de Control para un Edificio Inteligente, presentado en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata en el 2013. El trabajo consistió en el estudio de un sistema domótico, específicamente en un sistema de control básico para un edificio inteligente e implementando una tarjeta programable experimental [6].

Además, la automatización de edificios incluye la gestión técnica de hoteles, ayuntamientos, bloques de pisos, museos, oficinas, bancos, etc., y por otro lado, la inmótica comprende la automatización de edificios grandes, con fines específicos y orientados a la calidad de vida y trabajo [1].

3. Diseño del Sistema de Automatización en el laboratorio de Robótica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

En esta sección se elabora el diseño del Sistema de Automatización utilizando la placa de Arduino y otros dispositivos acoplables, presentando el montaje del sistema por etapas y el funcionamiento de cada una de ellas. En los siguientes sub-puntos se presentan las etapas de Hardware, Software y Control Remoto IR.

3.1 Hardware del sistema de automatización

Para el circuito electrónico del panel de control se utilizó el software de diseño *Fritzing* [7]. Permitiendo elaborar el circuito impreso (*PCB*) de la placa control del sistema de automatización, que va montada encima del *Arduino Mega 2560*. Esta tarjeta está basada en el microcontrolador *Atmega 2560*, que cuenta con 54 pines digitales de entrada/salida y que ejerce el papel de cerebro del sistema domótico. También es fundamental mencionar que otra de las tarjetas utilizadas es el *Arduino Uno*, la misma es una placa basada en el microcontrolador *ATmega328P*, que sirve de apoyo en diversas funciones del sistema.

En el diseño del modelo 3D del chasis o *case* del panel de acceso se utilizó el Software CAD 3D Autodesk Inventor [8], como se observa en la figura 1

y en la figura 2, se observa el chasis imprimiéndose en la impresora 3D.

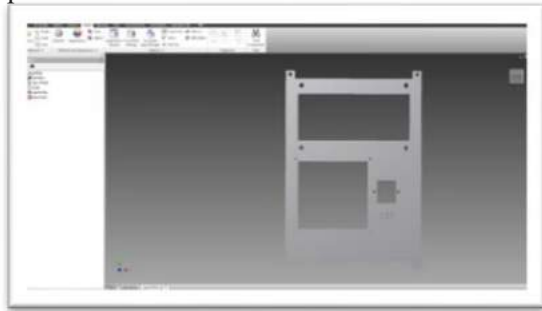


Figura 1: Diseño del modelo 3D del chasis del Panel de Acceso.



Figura 2. Diseño impreso del Chasis del Panel de Acceso.

En la figura 3, se observa el diseño del sistema luminario que está compuesto por 6 lámparas fluorescentes, teniendo en cuenta que cada lámpara contiene 6 tubos, dando un total de 36 tubos fluorescentes. Este sistema de luces está alimentado por 110 VAC protegido por un *Breaker* (20 Amp) del panel eléctrico del laboratorio. (Véase Tabla 1)

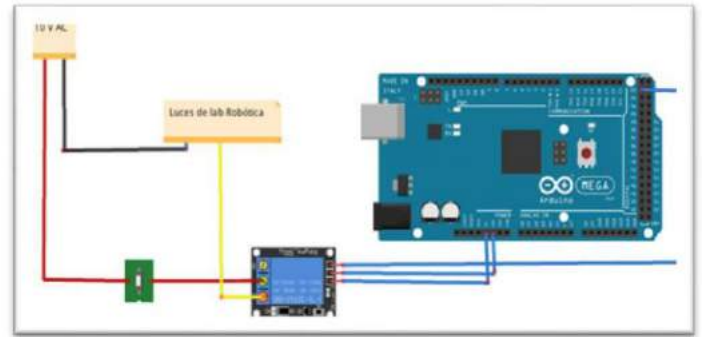


Figura 3. Circuito del sistema de control de luces del Laboratorio de Robótica.

3.2 Software del Sistema de Automatización:

El programa que realiza el control está dividido en dos códigos principales. El primero se ejecuta en el ATmega2560 y el segundo en el ATmega328P. Ambos programas ejecutan procesos para permitir las siguientes funcionalidades:

ATmega2560

1. Entrada del teclado numérico del panel externo.
2. Entrada del lector óptico de huellas.
3. Monitoreo de interruptores de seguridad de panel principal y panel externo.
4. Monitoreo de sensores de movimiento.
5. Monitoreo del estado de las luces del laboratorio.
6. Sincronización de hora y fecha del sistema.
7. Trasmisión de señales para el control de encendido, apagado y cambio de temperatura del A/C.
8. Muestra de la hora, fecha y estado del sistema (armado, desarmado, alarma activada).
9. Reconocimiento de Usuario.
10. Administración de Usuarios del sistema (creación, suspensión, borrado).
11. Encendido y apagado de luces.
12. Leds de indicación de estados (comprobación de transmisión infrarrojo) del panel interno.
13. Control externo por medio de interface para asistente de voz u otro dispositivo para luces, A/C y puerta.
14. Encendido, apagado y comprobación de sirena de seguridad.
15. Lectura del medidor de consumo eléctrico de las luces del laboratorio.

Tabla 1. Consumo del sistema de Luminarias.

Dispositivo	Cantidad	Watt
Lámparas Fluorescentes	6	90W c/u

16. Lectura y registro de eventos (armado del sistema, desarmado del sistema, activación de alarma, entrada de usuario, intento fallidos de entrada de usuario, salida de usuario, instrucciones recibida por interface, encendido de luces, apagado de luces, encendido de A/C, apagado de A/C, creación de nuevo Usuario, borrado de Usuario, suspensión de Usuario, mediciones periódica de consumo eléctrico y errores del sistema), en el dispositivo de almacenaje SD.
17. Delegación de instrucciones al microcontrolador del panel externo.

ATmega328P

1. Recibo de instrucciones del microcontrolador del panel interno.
2. Audio de tonos de panel externo.
3. Leds de panel externo.
4. Activación de cerradura eléctrica de puerta de laboratorio.

En la figura 4 se pueden observar los estados del sistema que son Iniciando, Desarmado, Armado y Alarma Activada.

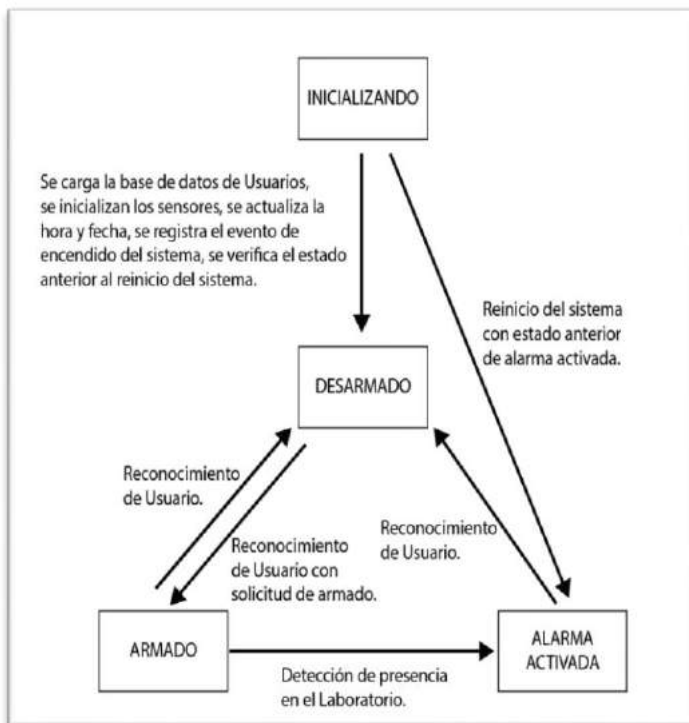


Figura 4. Estados del Sistema.

Control de Acceso/Asistencia: En esta función las personas colocan su huella digital (ver la figura 5)

3.3 Control Remoto IR – UTPCH:

El sistema de acondicionador de aire utiliza ampliamente los controles remotos IR. Con un emisor IR, la tarjeta *Arduino* puede enviar comandos compatibles con los acondicionadores de aire marca *GREE* instalados en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de Chiriquí (UTPCH). Estos comandos fueron previamente decodificados a partir del control remoto IR *GREE*. Estos comandos incluyen el encendido/apagado, la temperatura, la oscilación y dirección de flujo de aire.

Con el Control Remoto IR – UTPCH se puede controlar fácilmente un sistema A/C desde una computadora portátil, una aplicación web o incluso desde un teléfono inteligente. Es compatible con el *Arduino MEGA 2560*.

Librería Control Remoto IR – TPCHFIEGreeAC

UTPCHFIEGreeAC- Versión 1.0

Una librería para controlar el aire acondicionado central de la UTPCH en la FIE enviando comandos por medio de serial en Infra Rojo (IR) usando *Arduino*.

Esta librería es el resultado de un proceso de ingeniería inversa para la obtención del código de control usando en el aire acondicionado central marca *GREE* instalado en el edificio de la FIE en la UTP Chiriquí- (CH).

Para el envío del código se utilizó la librería *IRremote*. Fuente especificada no válida. Para la decodificación y generación del algoritmo de composición de señal se utilizó el módulo de *IR Remote IRRecvDumV2* y el software *AnalysIR*. Fuente especificada no válida.

3.3.2 Forma de utilización

Esta librería solo envía señales de IR. El diodo IR debe estar conectado al pin 3 del *Arduino Uno* o pin 9 del *Arduino Mega 2560*. Para modificar el pin se debe modificar la librería *IR Remote* de la que esta librería tiene dependencia.

La librería debe agregarse al *IDE* de Arduino de forma zipiada (ZIP). Luego debe incluir en el proyecto por medio de *Sketch-> Include Library*.

UTPCHFIEGreeAC aparecerá en la lista de librerías instaladas.

`#include<UTPCHFIEGreeAC.h>` será agregada de forma automática al inicio de Sketch.

Para crear un objeto se realiza de la siguiente forma:

`UTPCHFIEGreeAC ac;`

Los valores por default de la librería son:

AC: Apagado; Temperatura: 22 grados; Oscilación: Apagado; Velocidad de abanico: Alta.

Las funciones miembro de la librería son:

- `encender()`
- `encenderConValoresPredeterminados()`
- `apagar()`
- `cambiarTemperatura(int grados)`
- `cambiarVelocidad(int velocidad)`
- `activarOscilacion()`
- `desactivarOscilacion()`
- `estaEncendido()` [regresa un valor booleano].

Un ejemplo del uso de la librería, para encender el aire acondicionado, se codifica:

`ac.encender();`

y para cambiar la temperatura, se codifica:

`ac.cambiarTemperatura(20);`

4. Metodología de Funcionamiento

Podemos definir el proyecto en tres funcionalidades:

- Control de Acceso/Asistencia: En esta función las personas colocan su huella digital (ver la figura 5) para ingresar al laboratorio de Robótica. Este dispositivo permite al administrador (ver la figura 6) ver el historial de usuarios que han entrado (ver la figura 7), crear usuarios (ver la figura 8), ver la hora (ver la figura 9), guardar la

huella digital, y ver el consumo eléctrico del salón (ver la figura 10).

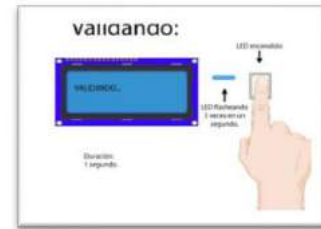


Figura 5. Validando.



Figura 6. Usuario Administrativo.



Figura 7. Lista de Usuarios.



Figura 8. Agregar Usuario.



Figura 9. Cambiar Hora.



Figura 10. Consumo Energético.

- b. **Automatización de Luminarias:** Cuando un usuario ingresa al laboratorio, las luces se encienden.

Mediante la activación de unos sensores de presencia PIR, verifica la presencia de personas en el laboratorio. Un dato interesante es que las luces solo se mantendrán encendidas cuando haya presencia de personas, y que en un tiempo configurable de inactividad o sin presencia, todas las lámparas se apagarán.

- c. **Automatización de Acondicionadores de Aire:** Esta función se encarga de encender/apagar el acondicionador de aire. El usuario al colocar su huella digital e ingresar al sistema, ordena inmediatamente al microcontrolador transmitir una señal, por medio de un LED infrarrojo, al aire acondicionado. Y similar a la función de las luminarias, el sensor PIR proporciona el estado de inactividad, y los aires acondicionados se apagarán después de un tiempo configurable.

5. Resultados

Como resultados de la automatización del laboratorio de clase, se mencionan los siguientes puntos:

5.1 Confort:

Este sistema de automatización contribuye a mejorar la calidad de vida del usuario, convirtiendo el laboratorio en un lugar más confortable a través de la gestión de dispositivos. Ya que le permite al usuario relegar la función de controlar actividades como abrir, cerrar, apagar, encender, regular... los dispositivos eléctricos, la climatización, ventilación, iluminación, puertas, electricidad, etc.

5.2 Ahorro Energético: El proyecto contribuye a mejorar la calidad de vida de los usuarios, gestionando inteligentemente la iluminación, climatización, los electrodomésticos, etc., asegurando que los dispositivos se mantengan encendidos solo durante la ocupación del laboratorio, y reduciendo así, la factura de costo energético. Además, mediante la monitorización de consumos, se obtiene la información necesaria para modificar los hábitos y aumentar el ahorro y la eficiencia. (Véase Tabla 1 y Tabla 2)

Para la obtención de los datos que se presentan en la tabla 2 y la tabla 3 se utilizó un medidor. Este dispositivo electrónico se conecta en la línea caliente del sistema de iluminación y permite monitorear el consumo eléctrico en kWh.

Tabla 2. Medición de Consumo de las luminarias sin el Sistema de Automatización.

Día	Fecha	Hora fija de Lectura	Tiempo de uso diario	Watts x hora	Consumo diario (kWh)
1	11-feb	8:00 A.M	2 horas	550	1.1
2	12-feb	8:00 AM	3 horas	528	1.58
3	13-feb	8:10 AM	4 horas	517	2.07
4	14-feb	8:00 AM	3 horas	540	1.62
5	15-feb	8:00 AM	6 horas	544	3.26

Tabla 3. Medición de Consumo de las luminarias con el Sistema de Automatización.

Día	Fecha	H. de lectura	Tiempo de uso diario	Watts x hora	Consumo diario (kWh)
1	18-feb	8:00 AM	1 h 52 m	550	0.84
2	19-feb	8:00 AM	2 h 47 m	528	1.3
3	20-feb	8:10 AM	3h 53 m	517	1.83
4	21-feb	8:00 AM	2 h 55 m	541	1.4
5	22-feb	8:00 AM	5 h 57 m	544	3.03

5.3 Seguridad: El sistema implementado posee una red de sensores de detección de movimiento. En modo de sistema ARMADO, funciona como una alarma de seguridad, detectando la presencia de personas no autorizadas en el laboratorio. Este sistema funciona para personas que fueren la entrada ya sea por las ventanas o por la puerta.

En el modo de sistema DESARMADO, cuenta con un control de acceso de huella digital que activa una cerradura eléctrica de la puerta del laboratorio, inhabilitando el acceso a cualquier persona que se acerque al laboratorio sin acceso.

5.4 Resultado Final: El sistema alcanza el grado de automatización que se esperaba, permitiendo la prestación de servicios del uso del laboratorio. Entre estos servicios se incluyen:

- 1.Registro y control del consumo instantáneo de la energía de las luminarias.
- 2.La posibilidad de activar alarmas de robo en caso necesario.
- 3.La programación de ambientes pre configurados con varios dispositivos enlazados.

6. Conclusiones

Luego de haber terminado la automatización del laboratorio se concluye lo siguiente:

1. El correcto diseño del sistema de automatización optimiza y mejora la vida útil de los componentes eléctricos y electrónicos de un edificio.
2. Se realizó una amplia búsqueda y depuración de información acerca de proyectos que tuvieran afinidad con el aquí presentado, y que facilitarían la elaboración y desarrollo del sistema domótico.
3. Se utilizó ingeniería inversa al control remoto del aire acondicionado del laboratorio de robótica, obteniendo los códigos de transmisión de datos. Elaborando un control remoto IR y automatizando los aires acondicionado mediante los microcontroladores.
4. La implementación realizada comprobó que se puede construir un sistema domótico, que incluye hardware y software de bajo costo, comparado con un dispositivo construido por algunas de las empresas dedicadas a este tipo de soluciones.
5. El proyecto por su característica multidisciplinaria, permitió la aplicación de conocimientos que van desde el área electrónica, el área de eléctrica, el área de programación, el área de refrigeración, el área de diseño mecánico hasta la administración de proyectos.
6. El sistema electrónico de automatización presenta grandes beneficios en el salón de Robótica de la

Facultad de Ingeniería Eléctrica, destacándose los siguientes:

- a. Evita el mal uso y desperdicio de energía eléctrica.
 - b. Disminuye las pérdidas por generación de calor mediante el acortamiento del tiempo de encendido de las lámparas.
 - c. Proporciona un control eficiente de los aires acondicionados, luminarias, control de acceso.
 - d. Constituye un sistema compatible con los focos ahorradores de energía utilizados actualmente en el edificio.
 - e. Brinda Confort a los estudiantes y profesores cuando utilicen las aulas del edificio.
 - f. Ofrece seguridad, control de acceso de las personas y protección de los equipos del salón de robótica.
7. Para concluir, mencionaremos las diferencias entre el Sistema de Automatización de Acondicionadores de Aire y Luminarias para Edificios utilizando sensores de Bajo Costo y el proyecto [6], destacando las ventajas sobre este último:
- a. Sistema inteligente basado en open software/open hardware.
 - b. Diseño e instalación de un control de acceso biométrico.
 - c. Automatización de las luminarias y aire acondicionado y la gestión energética.
 - d. Diseño adaptado a la medida del entorno.
 - e. Facilidad de expandirse sin la necesidad involucrar gastos mayores.

Dentro de los trabajos futuros se puede sugerir:

- a. La integración de la asistente de voz Alexa, que es el servicio de voz basado en la nube de Amazon.
- b. Reemplazar los conmutadores implementados en el Sistema de Automatización, por otros de estado sólido.
- c. En caso de crear una versión comercial, se podría evaluar el uso de otros microcontroladores con toda la electrónica requerida en un PCB propio.
- d. Integrar al sistema una mejor interface que el usuario encuentre fácil de utilizar, aprender e interactiva.
- e. Rediseñar el chasis o case del panel de acceso.

7. Referencias

[Último acceso: 5 mayo 2016].

- [1] G. Morales, «La domótica como herramienta para un mejor confort, seguridad,» 1 abril 2011. [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550790007>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [2] A. Nieto, «mundohvac,» junio 2011. [En línea]. Available: <https://www.mundohvacr.com.mx/2011/06/la-automatizacion-para-generar-eficiencia-energetica-y-confort/>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [3] E. M. SILVESTRE, «<http://www.ptolomeo.unam.mx>,» 08 2014. [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5463/Tesis.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 07 08 2016].
- [4] A. PROGRAMABLES, «<http://www.sc.ehu.es>,» 12 2001. [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMHI/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>.
- [5] L. Murrillo-Soto, «Automatización de pequeña escala con Open Hardware,» *Tecnología en Marcha*, pp. 15-23, Enero-Marzo 2015.
- [6] G. d. J. A. Hernández, *Las Telecomunicaciones y la Acústica, Tecnologías para Edificios Inteligentes Aplicadas al Auditorio de la Ex-Esime Allende, México, D.F., Diciembre 2009.*
- [7] Friends-of-Fritzing, «Fritzing,» Friends-of-Fritzing, [En línea]. Available: <http://fritzing.org/home/>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [8] © 2019 Autodesk Inc., «Autodesk,» © 2019 Autodesk Inc., 2019. [En línea]. Available: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [9] E. ©. 2016., «EcubMaker,» EcubMaker © 2016. , 2016. [En línea]. Available: <http://www.ecubmaker.com/>.
- [10] «koolnova,» 28 marzo 2017. [En línea]. Available: <https://koolnova.com/beneficios-de-la-domotica-en-el-hogar/>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [11] K. A., *Towards smart buildings*, 1996.
- [12] F. R. y. R. C. Rasgado López, «Control de Aire Acondicionado Via Internet,» Instituto Tecnológico de Mérida., 16 de diciembre del 2013.
- [13] J. M. H. M. J. R. Sebastián Penillas, «Domótica. Desarrollo del Sistema de Control para un Edificio Inteligente,» Universidad Tecnológica Nacional la Plata, 2013.
- [14] R. K. -. Z3T0, «github,» [En línea]. Available: <https://github.com/z3t0/Arduino-IRremote>.
- [15] analysir, «analysir,» analysir, [En línea]. Available: <https://www.analysir.com/blog/>.

Diseño y elaboración de un video interactivo para el aprendizaje de las ondas mecánicas

Design and development of an interactive video for learning of mechanical waves

Angel Rojas ^{1*}, Yisel del C. Saez^{1,2}, Juan Felipe Jiménez ^{1,3}, J.P Guerra ^{1,4}

^{1*} *Ingeniería de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia-Sede Ibagué*

***Autor de correspondencia:** angel.rojas@campusucc.edu.co

RESUMEN– Actualmente nos encontramos en una sociedad audiovisual y digital, pero a pesar de esto, la enseñanza sigue siendo tradicional, lo cual conlleva a un desinterés por los estudiantes, causando apatía por el aprendizaje. Debido a esto se planteó esta propuesta que integra estrategias didácticas inmersas en las TIC y soportadas por un Aprendizaje Basado en Proyectos para motivar a los estudiantes a innovar en la apropiación del conocimiento y así, despertar en ellos un espíritu científico, que impregne el ámbito investigativo en las aulas. Para ello, se implementó el diseño y elaboración de videos didácticos soportados en modelaciones y simulaciones, para facilitar la conceptualización de las variables que determinan el movimiento ondulatorio y la comprensión de sus respectivas modelaciones matemáticas. De esta manera, se describe una experiencia educativa realizada con un grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué, con quienes se lleva a cabo una investigación-acción, en la que se hace un análisis profundo de su desempeño en el proceso de diseño, grabación y edición de los videos. Se evidenció en el 84% de los estudiantes participantes el desarrollo de ciertas actitudes que identificaron un espíritu científico, como: Responsabilidad por la apropiación del conocimiento, modelar matemáticamente las relaciones entre los conceptos, lanzar conjeturas y reorientar los procesos de búsqueda. Así mismo, desarrollaron hábitos para razonar, disciplina para trabajos fuertes, compartir y discutir lecturas científicas. También aumentó el amor por el estudio, por las cosas científicas que les indujeron a un constante cuestionamiento.

Palabras clave– Aprendizaje basado en proyectos, espíritu científico, investigación-acción, TIC, videos didácticos.

ABSTRACT– We are currently in an audiovisual and digital society, but despite this, teaching remains traditional, which leads to a disinterest in students, causing apathy for learning. Due to this, this proposal was proposed that integrates didactic strategies immersed in ICT and supported by a Project-Based Learning to motivate students to innovate in the appropriation of knowledge and thus awaken in them a scientific spirit that permeates the research field in the classrooms. For this, the design and elaboration of didactic videos supported in modeling and simulations was implemented, to facilitate the conceptualization of the variables that determine the wave movement and the understanding of their respective mathematical modeling. In this way, an educational experience carried out with a group of systems engineering students from the Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué headquarters, is described, with whom an action research is carried out, in which an in-depth analysis of its performance in the process of designing, recording and editing the videos. It was evident in 84% of the participating students the development of certain attitudes that identified a scientific spirit, such as: Responsibility for the appropriation of knowledge, modeling mathematically the relationships between concepts, launching conjectures and reorienting search processes. Likewise, they developed habits to reason, discipline for hard work, share and discuss scientific readings. He also increased the love for study, for the scientific things that led them to constant questioning.

Keywords– Action research, ICT, project-based learning, scientific spirit, teaching videos.

1. Introducción

Actualmente los estudiantes disponen de un amplio uso de redes, tanto sociales como de la información, lo que a largo plazo ha permitido que se desarrolle una necesidad de su uso para el aprendizaje, donde la irrupción de la tecnología digital, asociada a la conexión de dispositivos móviles multimedia y el desarrollo de las redes telemáticas han generado nuevas formas de acceder, construir y comunicar el conocimiento (Lara, 2011)[1], es por esto que para adaptarse a las necesidades de la sociedad actual, las instituciones de educación superior

deben flexibilizarse y desarrollar vías de integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de formación.[2]

Pero solo desarrollar un correcto uso de las nuevas tecnologías no es suficiente, es por esto que estas, se implementan en un método de estudio basado en proyectos, el cual se llevará a cabo con supervisión de los docentes con el fin de motivar a que los estudiantes se responsabilicen de su propio aprendizaje. Esto permite que a los estudiantes puedan generar la resolución de problemas o la búsqueda de respuestas a cuestiones

complejas para la cual deben diseñar un plan de actuación, ponerlo en práctica tomando decisiones a lo largo de la aplicación y resolver los problemas que vayan surgiendo [3]. Lo cual conlleva a que se desarrolle la investigación-acción que supone entender la enseñanza como un proceso de investigación, un proceso de continua búsqueda. Esto constituye una vía de reflexiones sistemática sobre la práctica con el fin de optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje [4].

Esto implementado en la creación de videos didácticos, donde el objetivo es aplicar una metodología de trabajo que complementa la formación presencial que reciben los alumnos, y demostrar por una parte que el uso de las nuevas tecnologías como elemento de la enseñanza presencial puede mejorar el nivel de aprendizaje y la motivación de los alumnos [5], esto motivara a los estudiantes para que profundicen más en los temas y el conocimiento que adquieran sea duradero, dotando de esta manera al estudiante de un espíritu científico, permitiendo que adopte una mejor postura ante el aprendizaje, se apropie del conocimiento y de uso de las herramientas tecnológicas con las que a diario interactúa en el ámbito de su estudio, aprendiendo, conociendo, explorando y siendo participe de su enseñanza.

2. Problema

En el curso de propagación de señales y ondas del programa de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Ibagué se presenta un déficit en el nivel académico de los estudiantes. Sobra decir que la física es una de las asignaturas más complejas para los estudiantes hoy en día, pero evidentemente, es una de las más bonitas debido a que se pueden encontrar día a día sumergidas en la naturaleza, y entonces, ¿No debería ser más sencilla su comprensión?

A su nivel de complejidad se le suma que muchas veces la manera de percibir las clases es netamente observando gráficas estáticas en un tablero y ecuaciones, debido a que no se emplean las herramientas tecnológicas que tenemos a nuestra disposición hoy en día, como lo son: simulaciones, applets, juegos (ya sean en la misma aula, por medio de actividades lúdicas o virtuales) y, sobre todo, el gran material audiovisual que existen en las diferentes plataformas de la red, esto conlleva una desmotivación del estudiante, lo cual les genera una apatía por el aprendizaje, dando como resultado que la clase carezca de sentido alguno.

Por viabilidad, para dar solución a estas clases estáticas, se emplea el uso de videos interactivos con los estudiantes de Ingeniería de Sistemas en el curso de propagación de señales y ondas con el fin de lograr una apropiación del conocimiento acerca de las ondas mecánica. Se escoge el uso de videos interactivos debido a que, con estos, el estudiante puede observarlos las veces que sean necesarias, en el lugar que deseen, pausar su reproducción, consultar algún punto que no entienda, etc. Como si se tratara de una clase portable, pero más dinámica, observando imágenes, simulaciones, applets y demás que puedan construir el conocimiento.

3. Fundamentación teórica

En vista del desinterés de los estudiantes por los métodos tradicionales de enseñanza se lleva a cabo un cambio, buscando la exploración de conocimientos a través Aprendizaje basado en proyectos soportado en las TIC, implementando la Investigación acción creando videos interactivos con el fin de despertar un espíritu científico en los estudiantes.

Aprendizaje basado en proyectos (ABP):

El aprendizaje basado en proyectos es un conjunto de tareas de aprendizaje basada en la resolución de preguntas y/o problemas, que implica al alumno en el diseño y planificación del aprendizaje, en la toma de decisiones y en procesos de investigación, dándoles la oportunidad para trabajar de manera relativamente autónoma durante la mayor parte del tiempo, que culmina en la realización de un producto final presentado ante los demás [6]. Con este tipo de aprendizaje, se genera un constante cuestionamiento por parte de los estudiantes, creando un ambiente de trabajo entre ellos y el docente, donde éste último es un acompañante en el proyecto.

Investigación-acción:

La IA en el área educativa presenta una tendencia a reconceptualizar el campo de la investigación educacional en términos más participativos y con miras a esclarecer el origen de los problemas, los contenidos programáticos, los métodos didácticos, los conocimientos significativos y la comunidad de docentes[7].

Colocando en práctica esta investigación-acción se busca que el estudiante sea el personaje principal de su propio aprendizaje, participando en el proceso. De esta

manera, el estudiante adquirirá un aprendizaje significativo que perdure en su vida como profesional.

El uso de videos es un método que se ha estado implementando hace bastante tiempo gracias a las diferentes plataformas que nos ofrecen la tecnología hoy en día. En las clases permiten favorecer que sus realizadores tengan una retroalimentación inmediata de su trabajo. A demás, dicha afirmación es respaldada de acuerdo a especialistas como Dale[8], el cual nos demostró en su famoso cono que, nuestro aprendizaje es percibido por nuestros sentidos.

Los estudios concluyen que en general aprendemos:

10% de lo que leemos

20% de lo que escuchamos

75% de lo que vemos y oímos

90% de lo que hacemos

Siendo así la creación y elaboración de videos un método de aprendizaje significativo para los estudiantes, generando una apropiación del conocimiento.

4. Metodología

La metodología que se llevó a cabo fue con base en la investigación acción y cómo ésta se centra en la posibilidad de comprender y mejorar en un área o aspecto. Dicho aspecto parte del trabajo colaborativo de aquellos que lo desarrollan. A causa de esto se generan unos rasgos o cualidades propias que hacen parte del propósito de desarrollo de la Investigación Acción (IA) con las que se trabajó paso a paso y de la mano con la metodología basada en proyectos. En la IA no existe un tipo único de técnicas de búsqueda y recolección de la información. La información que sea necesaria o conveniente en cada caso, la determinan el tipo de problema que se está investigando y la clase de hipótesis que guían el estudio en este momento[9]. Dichos de una manera más simple estas son la problematización, diagnóstico, diseño, aplicación y evaluación. En donde debemos considerar que cada una de estas es una labor educativa donde se manifestaran problemas prácticos y lógicos.

Con el fin de llevar a cabo una apropiación de conocimiento correcta a cerca de la velocidad de propagación de ondas en una cuerda y así mismo, lograr una apropiación del conocimiento mediante un Aprendizaje Basado en Proyectos, los estudiantes del curso de propagación de señales y ondas del programa de

ingeniería de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Ibagué crean un video.

Como primera medida, se realiza una asignación de temas por parte del docente a cada equipo de trabajo para posterior a esto, proceder con el paso a paso para finalizar dicho video.

Los pasos para realizar dicho video fueron:

1. Guión: para llevar a cabo un correcto desarrollo del guión se debe realizar una ardua investigación del tema a abarcar, consultando en libros, artículos, internet y demás, determinando los aspectos más importantes a mencionar, como lo son fórmulas, conceptos y una explicación amena y entendible para cualquier estudiante.

2. Audio: Una vez culminado el guión bien elaborado, se procede a sentar las bases para el video, se crea el audio con ayuda del programa Audacity. Para el audio se tiene en cuenta que debe ser grabado en un espacio donde no interfieran ruidos externos, una lectura pausada y que no se note que se esté leyendo, teniendo articulación en cada palabra para que se entienda, puntuación y ánimo, para así no aburrir al espectador.

3. Imágenes y videos: Ya realizado el audio de manera correcta, se procede a una búsqueda ardua de imágenes y minivideos que refleje cada frase, palabra o descripción matemática mencionada en el audio para ordenar de manera intuitiva todo lo que se debe presentar permitiendo un correcto desarrollo y comprensión del tema. Teniendo las imágenes y mini videos se procede a enlazarlas con el guión en Word previamente realizado, describiendo desde qué segundo hasta qué segundo irá la imagen o minivideo, se realiza este procedimiento en todo el guión.

4. Montaje de video: ya para finalizar, se monta como tal las imágenes, minivideos y audio en el programa que se ha determinado para edición, en este caso es Sony Vegas.

5. Conclusión del video: Después del montaje se le presentó el video al docente quien realizó las respectivas correcciones, empalmando lo que se escuchaba con lo que se podía observar en la pantalla para poder darlo por finalizado, esto permitió dar por

concluido la adquisición de conocimientos que se llevó a cabo por los estudiantes y el docente.

Cabe mencionar que para las tomas de la descripción matemática en su mayoría se ha utilizado la herramienta aTube CATCHER usado en diversas capturas de pantalla y PowerPoint para ordenar la información y presentarla de una manera amena.

5. Resultados y conclusiones

Al abarcarse el tema se requirió de investigación y esto ha permitido desarrollar en los estudiantes diversas habilidades e interés por el aprendizaje, lo cual les impulsa a apropiarse del conocimiento para de esta manera poder llevar a cabo la creación del video, durante los diversos procesos del desarrollo de los videos se ve un avance significativo tanto en la motivación de los estudiantes como en el aprendizaje del tema, llevándolos a presentar diversas propuestas y cambios para complementar el proyecto, demostrando que a través de este método de enseñanza basada en proyectos los estudiantes se hacen partícipes del aprendizaje mostrando un progreso del emprendimiento investigativo que les permite tener a un óptimo desarrollo tanto del tema propuesto como de las diversas habilidades de investigación y uso de herramientas para el aprendizaje, aunque a pesar de lo anterior mencionado, cabe resaltar que no todo el grupo fue participe en este proyecto de aprendizaje, ya que solo 16% de los estudiantes del curso no presentaron progreso alguno, y pese a que el docente estuvo presto a dar toda la ayuda necesaria ellos no quisieron hacer parte de esta formación, pero, a su vez deja en evidencia que el 84% de los estudiantes de la clase que fueron partícipes desarrollaron una motivación evidenciable, haciendo juntas para transmitir información de lo aprendido, incluso ayudarse entre los diferentes grupos de trabajo para dar con un excelente desarrollo de cada uno de los temas, además de esto, dejaron material para que los próximos estudiantes quienes desarrollen el proyecto puedan tomar guía de ellos y mejorar los suyos, dar nuevas orientaciones e ideas, siendo un proyecto que a lo largo de su trayectoria dará apertura a nuevos conocimientos, incluso investigaciones.

En todo este proceso, se evidenciaron los siguientes comportamientos por parte de los estudiantes quienes desarrollaron eficientemente el proyecto:

- Empatía del aprendizaje.
- Apropiación del conocimiento.
- Racionalización de la información.
- Desarrollo de métodos de investigación.

Con lo cual se puede concluir que los estudiantes que realizaron esta actividad desarrollaron todos los objetivos planteados, además de esto, adquirieron un espíritu científico, motivándose para desarrollar su proyecto, incluso proponiendo nuevas ideas de proyecto para diversas clases.

A demás de esto se puede concluir que el modelo de aprendizaje basado en proyectos soportados en la investigación-acción y las TIC, es plenamente eficiente, y desarrolla en los estudiantes todo lo anteriormente mencionado siendo una excelente propuesta para el aprendizaje.

6. Agradecimiento

Agradecemos al docente Ángel Antonio Rojas por ser el principal apoyo y guiador del proyecto.

7. Referencias

- [1] T. Lara, «ALFABETIZAR EN LA CULTURA DIGITAL», p. 30, 2008.
- [2] J. Salinas, «Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria», p. 16.
- [3] A. Badía y C. García, «Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos», vol. 3, p. 14, 2006.
- [4] E. B. Herrerías, «La docencia a través de la investigación-acción», Rev. Iberoam. Educ., vol. 35, n.o 1, pp. 1-9, ene. 2004.
- [5] V. G. Parra, «Evolución del modelo docente: efectos de la incorporación del uso de una plataforma virtual, videos educativos y CD interactivos», Edutec Rev. Electrónica Tecnol. Educ., n.o 30, pp. a126-a126, nov. 2009.
- [6] «Real-life Problem Solving: A Collaborative Approach to Interdisciplinary ... - Beau Fly Jones, Claudette M. Rasmussen, Mary C. Moffitt - Google Libros».
- [7] «Miguélez y Bolívar - 2000 - La investigación-acción en el aula.pdf».
- [8] «Estrategias didáctico-organizativas para mejorar los Centros Educativos - María Esther Uría Rodríguez - Google Libros». [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=e94QE4cxgr4C&pg=PA111&dq=edgar+dale&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj4mNOS69DiAhXqt1kKH6OCqMQ6AEIGzAB#v=onepage&q=edgar%20dale&f=false>. [Accedido: 04-jun-2019].
- [9] «Miguélez y Bolívar - 2000 - La investigación-acción en el aula.pdf».

Implementando las metodologías steam y abp en la enseñanza de la física mediante Arduino

Implementing the steam and abp methodologies in the teaching of physics through Arduino

Diego Higuera Sierra^{1*}, Juan Guzmán Rojas^{1,2}, Ángel Rojas García^{1,3}

¹ Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué, Colombia

* Autor de correspondencia: diego.higuerasie@campusucc.edu.co

RESUMEN— Actualmente es comprensible que escuelas y universidades no cuenten con laboratorios aptos para la comprensión de la física en todas sus disciplinas, esto debido muchas veces a factores económicos. Se desarrolla una idea a partir del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), en el cual se crean réplicas de prototipos por un bajo costo implementando la tecnología de software y hardware libre Arduino, la cual mediante sensores programados nos permite generar gráficas de estudio donde se pueden comprender fenómenos reales, todo esto enmarcado en el proceso de aprendizaje y enseñanza STEAM, dando como resultado una ganancia en ambos actores, quien enseña puede aplicar sus conocimientos y como mejorar los prototipos utilizados, mientras quien aprende, se le facilita la comprensión de los fenómenos físicos que muchas veces presentan una gran dificultad.

Palabras clave— *Aprendizaje basado en proyectos, Arduino, Metodología STEAM.*

ABSTRACT— *Currently it is understandable that schools and universities do not have laboratories suitable for understanding physics in all its disciplines, often due to economic factors. An idea is developed based on Project Based Learning (ABP), in which replicas of prototypes are created for a low cost by implementing Arduino free software and hardware technology, which through programmed sensors allows us to generate study graphs where can understand real phenomena, all this framed in the process of learning and teaching STEAM, resulting in a gain in both actors, who teaches can apply their knowledge and how to improve the prototypes used, while who learns, it is easier to understand the physical phenomena that often present a great difficulty.*

Keywords— *Project-based learning, Arduino, STEAM Methodology.*

1. Introducción

En este escrito se presentan los resultados encontrados al integrar el método de aprendizaje y enseñanza STEAM con la creación de prototipos, con el fin de conocer y entender fenómenos físicos, que para los estudiantes son de difícil comprensión y que se crean como objeto de múltiples investigaciones [1].

En primera medida se plantea implementar la enseñanza basada en proyectos junto con el modelo educativo STEAM, lo cual brindará unas ventajas con diferencia en los modelos de aprendizaje utilizados hasta el momento, entre las cuales podemos observar:

- Cambios en el alumnado, empezando a desarrollar en cada uno el pensamiento científico, crítico y creativo, formando así una cultura científica en la comunidad educativa, Dicha parte creativa nos conlleva a pensar

que la metodología STEAM se está aplicando con resultados positivos, precisamente porque en una de sus siglas está el arte como principio de ella, por otro lado, se obtiene un resultado favorable en el pensar de los estudiantes, teniendo como base principal el espíritu hacia todo lo relacionado a la ciencia, con una facilidad en los temas de investigación y en la elaboración de artículos científicos relacionados a cada proyecto realizado.

- La adquisición de una perspectiva que integra conocimientos tecnológicos y científicos que son aplicables para cualquier tipo de situaciones, Teniendo en cuenta que al desarrollar un proyecto mediante las metodologías de STEAM y ABP, en principio se crean grandes inquietudes e incógnitas las cuales se convierten en situaciones problemáticas, y es justamente en esa parte del avance del proyecto

en donde se buscan herramientas tecnológicas apoyadas en investigaciones previas, las cuales nos brindan soluciones efectivas para dichas circunstancias.

- La creación una comunidad educativa más participativa y activa en los proyectos resultantes, ya que, al tener un espíritu científico ante cualquier tema o proyecto, se aprovecha el conocimiento para investigar en artículos científicos relacionados a ello y poder aportar con coherencia en las aulas de clase y crear en cada alumno una mentalidad positiva y capaz de enfrentarse ante cualquier problemática que hagan o no referencias a las ciencias que se estudian en la metodología STEAM.

Los proyectos desarrollados en clase amplían el conocimiento de los estudiantes, permitiendo aplicar y expandirse a otras áreas de aprendizaje, siendo fieles a los razonamientos del modelo educativo STEAM, el cual nos indica que la enseñanza de un tema no se debe de aislar de las demás ramas de un profesional.

La creación de estos proyectos se facilita con la tecnología de software y hardware libre Arduino, apoyados de la documentación completa que existe en la web, permitiendo la utilización de diferentes tipos de sensores, dejando la posibilidad de mejorar cada vez más y más estos prototipos [2] y para quienes no han tenido oportunidad de construir proyectos electrónicos y se consideran novatos en el tema, es uno de los recursos principales para comenzar.

1.1 Problema

Las aulas de enseñanza de la física son muy escasas lo que causa que los estudiantes que intentan poder apropiarse del conocimiento de una manera práctica, se vean impedidos, esto es en gran medida por que estas aulas son de gran costo para las instituciones educativas, por esta razón se recurre al mismo método de Enseñanza – Aprendizaje, el cual no aporta los recursos necesarios para que los estudiantes centren su atención en aprender los fenómenos físicos, haciendo que estos alumnos pierdan el interés y se dispersen del tema de estudio [3].

2. Materiales y Métodos

A. Metodología STEAM

Se empieza a hablar de una manera diferente de poder percibir el conocimiento, Georgette Yakman modificó el término STEM (Science, Technology, Engineering, Math) a STE(A)M (Art), implementando el arte como un nuevo paradigma que, junto con la ingeniería, busca esbozar de una manera más interactiva la ciencia y la tecnología, por tal razón, los modelos actuales de investigación en la educación deberían implementar las artes en las disciplinas científicas [4], debido a esto, los resultados obtenidos al implementar el arte resultaban en obras artísticas de diseño e innovación.

Esta metodología se coloca en práctica, principalmente en el desarrollo de proyectos donde se requieren las ciencias científicas, proponiendo de una u otra forma a los estudiantes, dar soluciones a actividades mediante conocimientos de las ciencias que interrelacionan el acrónimo STEAM [5].

Dado que este método de aprendizaje y enseñanza STEAM, lleva consigo unas ciencias, las cuales son la base para su implementación, por tanto, al ponerla en práctica sea en enseñanza o en aprendizaje, permite obtener grandes resultados individuales y colectivos.

Esta metodología es necesaria en todos los institutos de enseñanza, debido a que los métodos actuales se quedan cortos para poder integrar las áreas de un profesional en temas específicos, de esto se centrará una parte del escrito, demostrando que esta metodología no solo crea alumnos con pensamientos críticos y reflexivos, sino comunidades educativas con espíritu científico.

B. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Aunque no exista una definición concreta sobre el aprendizaje basado en proyectos, se puede definir como un método de aprendizaje- enseñanza que está tomando mucha fuerza actualmente en las aulas de clase. Mediante esta técnica, los estudiantes adquieren colectivamente el fundamento teórico sobre todo lo relacionado al proyecto que se esté realizando, permitiendo trabajar de forma

cooperativa, debido a que el ABP conlleva a crear equipos con integrantes que aportan diferentes conocimientos y habilidades, llegando a una solución de un problema real [6, 7].

Es importante conocer, que el aprendizaje basado en proyectos no pretende sustituir el sistema de enseñanza-aprendizaje tradicional, sino complementarlo [6] dado que es un error que se piensa por muchos estudiantes.

La aplicación de esta metodología en un ambiente académico, permite en los estudiantes: 1) La motivación hacia todo lo relacionado con temas de investigación, 2) la capacidad de plantear y dar soluciones ante una problemática en su tema de estudio, 3) la aptitud para generar una discusión académica a partir de conocimientos y argumentos válidos encaminado en una hipótesis, 4) la disciplina para trabajar colectivamente y apoyar al grupo con el fin de que todos se apoderen del conocimiento.

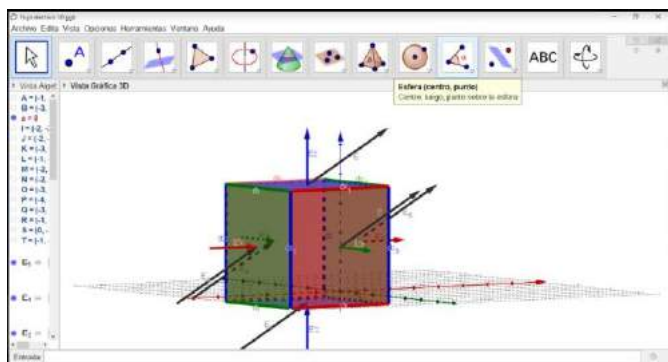


Figura 1. Modelo elaborado en Geogebra.

C. Implementación de Arduino

Se define Arduino como una plataforma para realizar prototipos de código abierto -open source en inglés- con un software y hardware fáciles de usar, está pensando para aquellas personas que quieran crear objetos y/o entornos interactivos.

2.1 Diseño y Elaboración

Se plantea en primera medida un fenómeno físico el cual los estudiantes sientan que es de gran dificultad de aprendizaje, lo cual se ve directamente reflejado en las

notas obtenidas al comienzo del periodo académico, mediante la metodología ABP y STEAM se plantea un proyecto a desarrollar, para facilitar la toma y la muestra de resultados se utiliza la tecnología de software y hardware libre Arduino, debido a su facilidad de manejo incluso para aquellos estudiantes que no tienen conocimientos previos en programación o en electrónica.

2.1.1 Proceso de Construcción

Con el proyecto seleccionado se procede a realizar las diferentes investigaciones del tema (estado del arte), los estudiantes de primera medida adquieren un espíritu científico, con el cual indagan la manera óptima de realizar sus proyectos, como lo plantea la metodología ABP, una vez tiene el conocimiento del fenómeno físico se procede a realizar prototipos digitales los cuales facilitan tener un concepto físico de lo que se plantea realizar, para ello se utilizan programas como Geogebra, Sketchup, Maya, etc.

Teniendo claro lo que se pretende realizar, se procede a elaborar en físico el proyecto, en este momento es donde la metodología STEAM hace un gran aporte, pues pretende que los estudiantes sean multi-profesión, aprendiendo técnicas de diferentes áreas de las ciencias, creando un verdadero proyecto artístico y tecnológico, cabe aclarar que el trabajo en equipo es vital para poder lograr implementar esta metodología, pues la colaboración de los diferentes estudiantes con diferentes fortalezas crea una red de aprendizaje en múltiples campos.



Figura 2. Grupo de investigación Grucedí reunido para la elaboración de prototipo.

Por último, es una gran oportunidad de aprendizaje la implementación de la tecnología Arduino, la cual, debido a su facilidad de uso se han podido realizar grandes proyectos de categorías de nivel superior, los cuales pueden llegar a reemplazar costosas máquinas en las diferentes aulas de aprendizaje de la física.

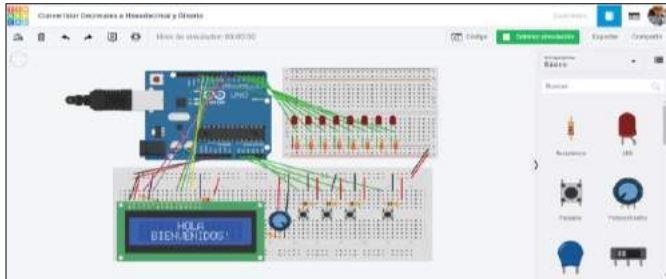


Figura 3. Modelo elaborado en Tinkercad de un circuito con Arduino



Figura 4. Proyecto Arduino que mide distancia y velocidad del objeto.

3. Resultados

A través del desarrollo de proyectos utilizando la tecnología Arduino y utilizando los respectivos sensores programados para cada uno de ellos, teniendo como base el aprendizaje basado en proyectos incorporando la metodología STEAM, se ha evidenciado que el grupo de estudiantes del curso de física mecánica del semestre A del 2019 junto con los estudiantes del grupo de investigación GRUCEDI desarrollaron hábitos de estudio, adquirieron mayor disciplina y quedaron inmersos en el desarrollo de proyectos de investigación, esto conduce a la elaboración de artículos científicos. Se puede inferir que los estudiantes tienen una ganancia de aprendizaje porque con la experiencia de estos proyectos

adquieren el conocimiento de forma más duradera y mejoran en la comprensión de la parte conceptual de cada uno de los fenómenos y sus respectivas variables las cuales los determinan., viéndose reflejado en los resultados de los exámenes finales del curso en donde la gran mayoría respondió correctamente.

4. Conclusiones

Las instituciones educativas pueden tener grandes ganancias de aprendizaje y de recursos físicos con los estudiantes si se llega a implementar estas dos metodologías, creando instrumentos de medición comparables con los más grandes del mercado a un bajo costo.

Mientras que los estudiantes elaboran cada uno de los proyectos planteados se convierten en grandes investigadores, además de motivarlos a realizar diferentes instrumentos para demostrar otros fenómenos físicos, dando como resultado un conocimiento más duradero y sólido.

En conclusión, se puede observar grandes cambios al proceso de enseñanza y aprendizaje, mostrando significativos aportes tanto a las instituciones educativas como a los estudiantes a lo largo de su disciplina, por ello, este nuevo modelo debe tenerse en cuenta no solo para poder enseñar la física, sino para las diferentes áreas de las ciencias.

5. Agradecimiento

Agradecemos al docente Ángel Antonio Rojas García por sus sugerencias, su asistencia técnica y acompañamiento durante la Investigación en la Universidad cooperativa de Colombia sede Ibagué.

6. Referencias

- [1] Rojas et al. 2016. Building 3D models in order to teach the Gauss' Law in a differential form.
- [2] Llera y Scagliotti. s. f. Conectando ciencias interfaces educativas usando el entorno Arduino.

- [3] Christiansen et al. s. f. Experimentos de física utilizando ArduinoTM.
- [4] Cilleruelo, L., & Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología.
- [5] Estruch, V., & Silva, J. (s. f.). Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática. 8.
- [6] A. Rojas. “Aprender Física Haciendo Física” Revista Colombiana De Física, vol. 38, No 2, 2006.
- [7] Pérez, M. M. (2008). APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COLABORATIVOS. Una experiencia en educación superior. Revista de Educación, 24.

Los conceptos fueron extraídos de los siguientes documentos:

1http://electroship.com/documentos/Arduino_user_manual_es.pdf

2<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2040741>

3<https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>

Metodología ABP para el Estudio de la Física PBL Methodology for Physics Studying

Michael Steven Peña Acosta^{1*}, Ángel Antonio Rojas^{1,2}, Cristian David García Montoya^{1,3}, Andrés Ricardo Díaz Carvajal^{1,4}, Arturo Currea Meneses^{1,5}

¹ *Ingeniería de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué, Colombia*

***Autor de correspondencia:** michael.penaac@campusuucc.edu.co

RESUMEN— Hoy en día nos encontramos en una sociedad que emplea tecnología en su día a día, pero aún hay un sitio que la tecnología no ha podido conquistar del todo, la educación. Al revisar un aula evidenciamos que no ha tenido cambios significativos en muchos años lo cual genera un desinterés en los estudiantes y no los motiva a la investigación ni a la apropiación del conocimiento. Como solución se plantea una nueva estrategia didáctica usando las TIC y soportada por un Aprendizaje Basado en Proyectos el cual motiva al estudiante a la apropiación del conocimiento y despierta un espíritu científico. Para esto se implementó el diseño y elaboración de prototipos físicos soportados en dispositivos mecánicos y electrónicos, para facilitar la conceptualización de las variables que determinan el movimiento ondulatorio, heredadas del movimiento circular y M.A.S y la comprensión de sus respectivas modelaciones matemáticas. De esta manera, se describe una experiencia educativa realizada con un grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué, con quienes se lleva a cabo una investigación-acción, en la que se hace un análisis profundo de su desempeño en el proceso de diseño, elaboración e implementación del prototipo. Se evidencio en el 77% de los estudiantes participantes en esta acción de formación, el desarrollo de ciertas actitudes que identificaron un espíritu científico, como son: habilidades para la comunicación, el trabajo en equipo, la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos científicos que les indujo a un constante cuestionamiento.

Palabras clave— *Aprendizaje basado en proyectos, trabajo colaborativo, investigación en el aula*

ABSTRACT— Today we are in a society that uses technology in their day to day, but we still do not have a site that technology has not been able to fully conquer, education. When reviewing a classroom, we show that there have not been significant changes in many years in terms of the generation of ideas in students and in research and knowledge research. How to solve it is a new didactic strategy using ICT and supported by a Learning in Projects The quality motivates the student the appropriation of knowledge and the search for a scientific spirit. For this, the design and development of physical prototypes supported in mechanical and electronic devices was implemented, to facilitate the conceptualization of the variables that determine the wave motion, inherited from the circular movement and M.A.S and the understanding of their respective mathematical modeling. In this way, an educational experience is described with a group of systems engineering students from the Universidad Cooperativa de Colombia, based in Ibague, with whom an action research is carried out, in which an in-depth analysis of the Its performance in the process of design, development and implementation of the prototype. It was evident in 77% of the students participating in this training action, the development of certain attitudes that identify a scientific spirit, such as: skills for communication, teamwork, critical evaluation and the acquisition of new scientific knowledge that led them to constant questioning.

Keywords— *Project-based learning, collaborative work, classroom research.*

1. Introducción

Actualmente el aprendizaje basado en proyectos está siendo empleado tanto en aulas universitarias como escolares demostrando excelentes resultados en la apropiación del conocimiento debido a que emplea una estrategia didáctica que motiva a los estudiantes a la búsqueda y producción de nuevos conocimientos [1]. La estrategia didáctica fue desarrollada por el profesor encargado durante la cual se recolecto información antes,

durante y después de la experiencia en la cual empleo diferentes técnicas como observación, entrevistas en profundidad y testimonios focalizados. Los estudiantes observados expresaron sus experiencias como positivas en cuanto a la generación y apropiación del conocimiento en el desarrollo de las actividades; de igual forma describieron la experiencia adquirida al emprender proyectos colaborativos que buscaban la resolución de problemas. Al analizar los resultados encontramos que

los estudiantes desarrollaron diferentes características con las cuales no contaban al inicio de la experiencia tales como el aprendizaje autónomo, planificación del tiempo, hábitos de estudio, etc.

1.1 Problema

El sistema educativo actual está basado en una metodología que corresponde a la memorización y la recopilación de conceptos. Esta metodología es poco eficiente dado a que la acumulación de conceptos no conlleva al aprendizaje, ni al razonamiento o a la apropiación del conocimiento.

Esta metodología impide el desarrollo exitoso de habilidades únicas de cada estudiante, cerrando la posibilidad de implementar conceptos entendidos en el aula y aplicarlos en la práctica.

2. Materiales y métodos

El *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)* es una alternativa educacional que revoluciona el aprendizaje tradicional, implementado la realización de proyectos por parte de estudiantes alrededor de diversos ejes temáticos, promoviendo la investigación, el trabajo en equipo, la creatividad y el pensamiento crítico [2]. Para detallar cada uno de los aspectos relacionados se puede abordar esta metodología en distintas etapas:

Primero que todo, en este tipo de aprendizaje es importante el hecho de saber que el docente no es un director, sino más bien un asesor y este se encuentra en todas las etapas de la metodología **ABP**.

- **Planeación:** En este punto, los estudiantes deben conformar equipos de trabajo y seguido a esto escoger un eje temático y luego con él, elaborar una idea de proyecto.
- **Asesorías:** Luego de haber realizado la planeación, los estudiantes deberán asesorarse acerca de su proyecto con su docente, quien les indicará y organizará sus ideas, para que los estudiantes posteriormente puedan realizar la investigación necesaria a fin de llevar a cabo su proyecto.
- **Investigación y Revisión de Literatura:** El eje temático del proyecto debe ser fundamentado en

libros, revistas, artículos científicos y demás recursos. Pero esta investigación debe ser de tipo *Investigación – Acción*, es decir, de forma que los estudiantes investiguen según las necesidades que vaya requiriendo el proyecto, ya que la elaboración de este puede demandar entendimiento en más de una sola área del conocimiento [2][3].

Esta es la última etapa de la fase de planeación, seguido a esto, ya se puede llevar a cabo el proyecto propuesto.

- **Elaboración:** En este punto, los estudiantes desarrollan y adquieren distintas habilidades, ya que luego de haber planeado un proyecto, corresponde su elaboración. En base y como ejemplo la construcción de aparatos, estos requieren de conocimientos en distintas áreas, como lo puede ser la mecánica, la carpintería, la electrónica, la programación. En la elaboración del proyecto se fundamenta el éxito del **ABP**, ya que los estudiantes tienen que aplicar todo el conocimiento adquirido y en esto se basa un verdadero aprendizaje [1].
- **Documentación:** En todo el proceso, los estudiantes adquieren aprendizaje cualitativo, esto es, adquirir nuevas habilidades, motivación e interés. De esta forma, la enseñanza ya no va enfocada en la memorización y la recopilación de conceptos, sino en la adquisición de experiencias significativas. Entonces, a través de herramientas como lo son las entrevistas, se puede documentar el aprendizaje cuantitativo de los estudiantes, es decir, cuanto han aprendido.

2.1 Diseño y elaboración

Para la realización del proyecto específico que aquí se plantea se analizaron varias herramientas, buscando que facilitasen la coordinación de los diferentes elementos y que aportasen utilidades para la gestión del proyecto y su efectiva elaboración [3].

Como caso específico a la aplicación del *Aprendizaje Basado en Proyectos*, fue elaborado un aparato generador de ondas con la intención de demostrar el movimiento ondulatorio y su dependencia a los movimientos armónico simple y circular.

2.1.1 Proceso de Construcción

El proceso de construcción de este caso específico detallará también las etapas de desarrollo del ABP.

Tomando como eje temático el movimiento ondulatorio, se dio inicio a la planeación del proyecto '*Generador de Ondas para la Demostración del Movimiento Ondulatorio*'. Para ello, se realizó una revisión de literatura e investigación con lo cual se pudo determinar que este movimiento era consecuente al movimiento armónico simple y del movimiento circular¹. Se planteó como objetivo demostrar como un movimiento circular produce a su vez un movimiento armónico simple² y finalmente este desemboca en un movimiento ondulatorio³, Figura 1.

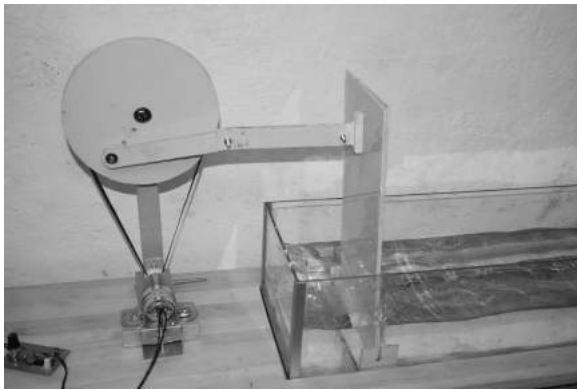


Figura 1. Mecanismo de variables heredadas.

Desde este punto inició la construcción de este aparato. Hay que tener en cuenta que esta planeación fue asesorada por el docente, quien proveyó herramientas para llevar a cabo una investigación concreta, Figura 2.



Figura 2. Prototipo, generador de ondas.

La construcción del proyecto traía consigo problemas no previstos en la planeación, esto conllevó a realizar una investigación más profunda ya que se expandió a la manipulación de materiales para la elaboración de mecanismos, la construcción de circuitos eléctricos para el control del aparato, la utilización de Arduino para realizar mediciones de las variables (frecuencia, crestas, periodo, etc.)² involucrando el uso de las TICS, Figura 3.a, y, en definitiva, el desarrollo de programas informáticos con la finalidad de modelar los resultados [4].

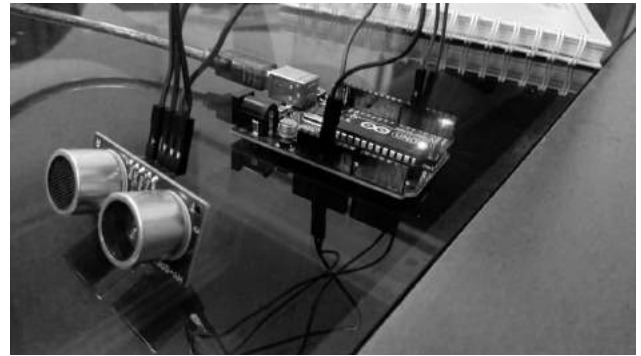


Figura 3.a. Dispositivo Arduino.

2.1.2 Código Arduino

```
const int EchoPin = 5;

const int TriggerPin = 6;

float distancia;

long tiempo;

void setup () {

    Serial.begin(9600);

    pinMode(TriggerPin, OUTPUT);

    pinMode(EchoPin, INPUT);

}

void loop(){

    digitalWrite(TriggerPin, HIGH); //Se envia un pulso para
    activar el sensor

    delayMicroseconds(10);

    digitalWrite(TriggerPin, LOW);

    //medimos el pulso de respuesta
```

$tiempo = (\text{pulseIn}(\text{EchoPin}, \text{HIGH})/2);$

Dividido en 2 porque es el tiempo que el sonido tarda en ir y volver Ahora calcularemos la distancia en cm sabiendo que el espacio es igual a la velocidad por el tiempo y que la velocidad del sonido es de 343m/s y que el tiempo lo tenemos en millonésimas de segundos.

Este caso es fundamental para evidenciar la apropiación de distintas habilidades y conocimientos y con ello el éxito de la metodología ABP.

3. Resultados

El razonamiento eficaz de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible que es necesario para la metodología ABP logro desarrollar en los estudiantes habilidades para la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos además de habilidades para la comunicación y el trabajo en equipo, también se consiguió involucrar al alumno en un reto (problema, situación o tarea) con iniciativa y entusiasmo y lo insito desarrollar el razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y el desarrollo del sentido de colaboración como un miembro de un equipo para alcanzar una meta común.

Ya que la metodología ABP involucra tanto a estudiantes como a profesores también se consiguió que el docente fomentara modelos de trabajo con metodologías activas y rompiera con la separación entre teoría y práctica en todos los campos, haciendo una crítica radical de la caracterización del profesorado como carente de práctica y portador de un pensamiento exclusivamente teórico.

4. Conclusiones

A partir de esta experiencia se consiguió inculcar la importancia del trabajo en grupo junto con todo lo que ello implica como coordinación de tareas, comunicación, documentación del proyecto, además de algunas pautas que el alumno se encontrará a lo largo de su vida laboral referentes a la cooperación en proyectos de gran tamaño, planificación de horario, presupuestos, la implementación de una nueva metodología ha sido valorada positivamente por los alumnos, especialmente el trabajo en grupo y el método de evaluación. Además, se encontraron bajo un trabajo que supone la búsqueda

de información. Este incremento de trabajo también es compartido por el profesorado, que tiene que estar más pendiente de la evolución de los grupos y de sus problemas concretos, que, en la mayoría de los casos, ofrece muy buenos resultados, ya que se han realizado proyectos de mucha calidad, que no hubieran sido posibles bajo circunstancias distintas [2].

Gracias a la metodología de aprendizaje ABP los estudiantes adquirieron habilidades, destrezas y conocimientos por medio de la elaboración del proyecto, encaminado a solucionar el problema al que se enfrentaron.

5. Agradecimiento

Agradecemos a el docente Ángel Antonio Rojas García por sus sugerencias, su asistencia técnica y acompañamiento durante la Investigación en la Universidad cooperativa de Colombia sede Ibagué.

6. Referencias

- [1] A. Rojas. "Aprender Física Haciendo Física" Revista Colombiana De Física, vol. 38, No 2, 2006.
- [2] M. Martínez "La investigación-acción en el aula" Agenda Académica Volumen 7, N° 1, Año 2000
- [3] A. Mercedes "Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción" Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 3, No. 1, 102-115, 2012.
- [4] Ruiz-Macías, E., & Duarte, J. E. "Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de oscilaciones y ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes". Rev.investig.desarro.innov, 8(2), 295-309, 2018.

Los conceptos fueron extraídos de los siguientes documentos:

¹<https://concepto.de/onda-2//>, María Estela Raffino

²<https://www.fisicalab.com/apartado/caracteristicas-mcu#contenidos/>, José L. Fernández

³http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/MAS_indice.htm, José Villasuso Gato

Implementado realidad aumentada para la enseñanza de la ley de Gauss en forma cualitativa

Implementing increased reality for the teaching of the Gauss law in a qualitative way

A.A Rojas, N. Clavijo, Andrés M. Romero

¹ Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué, Colombia

*Autor de correspondencia: andres.romerol@campusucc.edu.co

RESUMEN– El uso de las TIC en la sociedad se ha incrementado de manera significativa y con resultados convincentes. una de las áreas donde estas tecnologías están revolucionando el concepto clásico, se sitúa en el área educativa. A pesar de dicho avance, se conserva el modelo tradicional en América Latina, el cual excluye la mayoría de estas innovaciones, repercutiendo en un aprendizaje mecánico, que limita el razonamiento del estudiante. En este trabajo se divulga la construcción de una herramienta con realidad aumentada, siendo una de las tecnologías que ha mejorado la formación académica, ya que se muestra innovadora y motivacional, para la población estudiantil, complementado la percepción e interacción con el mundo real, agregando información adicional, se establece un modelo tridimensional en Sketchup, exportado en formato FBX e importado como Assets comprimido hacia el motor 3D Unity vinculando la librería Vuforia, encargada de la adaptación a Realidad Aumentada. El propósito es mejorar la percepción de los conceptos abstractos del mundo real entorno a la ley de Gauss para el campo eléctrico en forma cualitativa y promover un aprendizaje activo y significativo mediante el desarrollo de proyectos, generando una educación que conjuga la informática educativa, el desarrollo del pensamiento y el espíritu científico.

Palabras clave– Realidad aumentada, razonamiento, campo eléctrico, ley de Gauss, espíritu científico.

ABSTRACT– The use of TIC in society has increased significantly and with convincing results. one of the areas where these technologies are revolutionizing the classic concept, refers to the educational area. Despite this progress, the traditional model in Latin America is conserved, which excludes most of these innovations, affects mechanical learning, and is limited to the student's reasoning. In this work the construction of a tool with augmented reality is disclosed, a technology that has improved the academic training, the innovative and motivational sample, for the student population, complemented the perception and interaction with the real world, adding additional information, establish a three-dimensional model in Sketchup, exported in FBX format and import as Active compressed into the 3D Unit engine linking the Vuforia library, responsible for the adaptation to Augmented Reality. The purpose is to improve the perception of the concepts of the real world around Gauss's law for the electric field in qualitative form and to promote an active and meaningful learning through the development of projects, generating an education that combines educational informatics, development of thought and the scientific spirit.

Keywords– augmented reality, reasoning, electric field, Gauss's law, scientific spirit.

1. Introducción

El propósito fundamental de la tecnología es facilitar cualquier actividad del ser humano, en cuanto a su definición, “Es una nueva ventana a través de la cual se puede ver el mundo enriquecido” [1].

De igual manera, “La realidad aumentada consiste en combinar el mundo real con el virtual mediante un proceso informático, enriqueciendo la experiencia visual y mejorando la calidad de comunicación” [2].

En síntesis, es aquella tecnología que permite que la información del entorno virtual supla al entorno físico,

alterando la percepción física, por medio de dispositivos electrónicos en tiempo real, a diferencia de la realidad virtual, en la cual el usuario esté completamente aislado sin interacción con el mundo real.

Esta tecnología requiere un dispositivo que tenga la capacidad de procesar para interpretar y reflejar imágenes del mundo real y el mundo virtual planteado, activado por medio de imágenes, objetos reales o códigos QR.

El modelo tradicional está en proceso de desvinculación, debido a la inmersión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el aula de clase, para incrementar el nivel de aprendizaje.

Esa tecnología recientemente ha sido inmersa en la educación, a pesar de esto, su impacto ha sido notorio, paulatinamente sus estudios e investigaciones han surgido en este campo. Una de las aplicaciones que resalta es el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda, el cual sirve como complemento al libro físico, en el cual, el estudiante selecciona la escena que desea vivenciar [4].

El proyecto de investigación consistió en la realización de una aplicación de software usando la tecnología de realidad aumentada que se encuentra en el área de la física, específicamente, en la ley de Gauss, para mejorar la percepción de los conceptos abstractos del mundo real entorno al campo eléctrico en forma cualitativa. La aplicación se creó sobre Unity 3D, se implementó en la clase de la materia Electricidad y Magnetismo, en el programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia.

La temática principal del trabajo presentado es la aplicación en la física, mejorando la enseñanza, obteniendo mayor interactividad con los alumnos y el profesor, creando escenarios alternativos a la enseñanza clásica. Además del uso de las tecnologías en la educación, es indispensable, la implementación del aprendizaje basado en proyectos (ABP), ya que el conocimiento adquirido en la experiencia es fundamental y la inclusión de la metodología acción participante [5]. Esto generara que los estudiantes profundicen en la revisión de literatura científica, de esta manera, se fomenta el espíritu científico, adquiriendo un proceso de aprendizaje efectivo, donde realmente se vivencie el conocimiento en el rol social.

2. Problema

En el curso de Electricidad y Magnetismo del programa de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Ibagué, los estudiantes presentan dificultades desde las bases de las físicas ya que se supone que el estudiante debe haber adquirido una información tal, que le permitiera comprender los temas, interiorizarlos, apropiárselos y relacionarlos con su contorno cotidiano.

La falta de la inmersión de las TIC en el aula de clases, contribuyen a esta problemática, sujetos al

tradicionalismo en el cual se limita al uso del tablero y en mínimas intervenciones de la tecnología se muestran imágenes estáticas proyectadas, carentes de la diversidad de elementos educativos, entre ellas están las simulaciones, applets, swf, programas open source, plataformas educativas, estas dificultades colman el paradigma de la física para el estudiante.

Ante dicha problemática, es necesaria la inclusión de aplicativos que contrarresten esta patología académica, se expone el uso de realidad aumentada para mostrar la temática de la ley de Gauss para el estudiante de Ingeniería de Sistemas en el curso de Electricidad y Magnetismo, ya que es una de las nuevas tecnologías en el campo de la educación, para que, de manera interactiva y llamativa, los conceptos sean mayormente asimilados.

3. Materiales y métodos

A. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El ABP es un método didáctico, que cae en el dominio de las pedagogías activas y más particularmente en el de la estrategia de enseñanza denominada aprendizaje por descubrimiento y construcción, que se contrapone a la estrategia expositiva o magistral. Si en la estrategia expositiva el docente es el gran protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje, en la de aprendizaje por descubrimiento y construcción es el estudiante quien se apropia del proceso, busca la información, la selecciona, organiza e intenta resolver con ella los problemas enfrentados. El docente es un orientador, un expositor de problemas o situaciones problemáticas, sugiere fuentes de información y está presto a colaborar con las necesidades del aprendiz [5].

Este tipo de aprendizaje tiene como objetivo que el estudiante construya su conocimiento sobre los problemas y situaciones de la vida real, y que este proceso de razonamiento sea aplicado en su vida profesional.

B. Acción de Participante

La IAP es un método en el cual participan y coexisten dos procesos: conocer y actuar; por tanto, favorece en los actores sociales el conocer, analizar y comprender mejor la realidad en la cual se encuentran inmersos, sus problemas, necesidades, recursos, capacidades y

limitaciones; el conocimiento de esa realidad les permite, además de reflexionar, planificar y ejecutar acciones que generen mejoras y transformaciones significativas de aquellos aspectos que requieren cambios; por lo tanto, favorece la toma de conciencia, la asunción de acciones concretas y oportunas, el empoderamiento, la movilización colectiva y la consecuente acción transformadora[6].

Se basa en la práctica de cada miembro de una comunidad, para la creación de conocimiento científico sobre su experiencia.

3.1. Metodología

Este trabajo se desarrolla en la asignatura de electricidad y magnetismo, con estudiantes de ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Ibagué. El objetivo de la Investigación es construir un recurso educativo digital en realidad aumentada para facilitar la comprensión de la ley de Gauss para el campo eléctrico en forma cualitativa.

Se llevo a cabo en el desarrollo de la clase, el profesor implementa una estrategia didáctica centrada en ABP, conformando equipos de trabajo y asignándoles líneas temáticas específicas, con dificultades de comprensión por el grado de abstracción, con el propósito de elaborar prototipos físicos y digitales.

Para el desarrollo, se lleva una bitácora donde registramos los avances y resultados preliminares de cada una de las fases. Al final realizamos entrevistas semiestructuradas entre los integrantes de los diferentes equipos de trabajo para vislumbrar los resultados desde diferentes ópticas. Esta investigación se enmarca en un paradigma sociocrítico, siendo cualitativa y se determina como Investigación Acción Participativa.

3.2. Diseño y elaboración

3.2.1. Análisis: Se llevo a cabo el proceso de revisión de literatura referente a los temas mencionados, investigando en libros, artículos y bases de datos académicas.

3.2.2. Modelación 3D: A través de la herramienta de software SketchUp, que por medio del dibujo inteligente simplifica el diseño 3D, se realizó la construcción de la

representación gráfica de la Ley de Gauss en una esfera, seguidamente se exporto a formato FBX perteneciente a Autodesk.

3.2.3. Plataforma 3D: El archivo con formato FBX es importado al desarrollador de videojuegos y ambiente 3D, vinculado al editor y scripting, el modelo resultante es adaptado al entorno y a su respectiva programación.

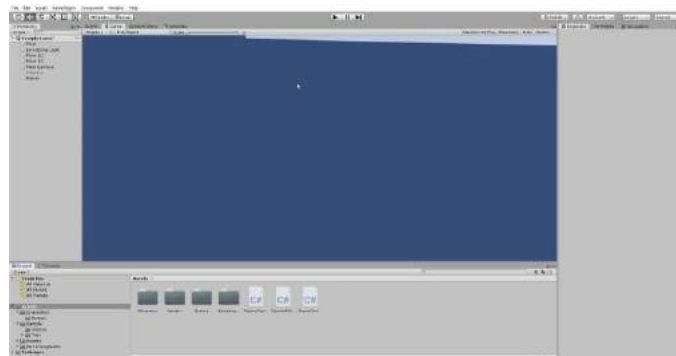


Figura 1. Área de trabajo. Fuente: (Unity 3D, 2019)

3.2.4. Realidad Aumentada: Por medio de Vuforia, que es un SDK que permite construir aplicaciones que enlazan el mundo real con elementos virtuales, e implementado con Unity 3D para realizar conversión del modelo 3D.



Figura 2. Demostración de la Realidad Aumentada. Fuente (Vuforia y Unity 3D, 2019)

3.2.5. Evaluación: Se realizaron las pruebas pertinentes en cuando al uso, en clase de Electricidad y Magnetismo con los estudiantes y el docente del programa de Ingeniería de Sistemas.

4. Resultados

En cuanto a los resultados obtenidos en el grupo de estudiantes de Electricidad y Magnetismo del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia, se evidenció la importancia del desarrollo de proyectos utilizando la tecnología de Realidad Aumentada por medio de programas tales como, SketchUp, Unity 3d y Vuforia y como base el aprendizaje basado en proyectos y la metodología Acción Participante.

Cada persona tuvo acceso al modelo tridimensional en realidad aumentada, de esta manera, observaron como dicha ley, fue interpretada desde la complejidad de la teoría a un sistema que evidencia de manera sencilla y llamativa la temática.

Se apreció un cambio significativo, evidenciando mayor interés de la clase ya que se halló llamativa desde la perspectiva del grupo electo, fomentando la necesidad del espíritu científico y su respectiva escritura en artículos, esto conllevó a que la conceptualización fuera correctamente asimilada logrando cambiar su perspectiva ante el tema.

5. Conclusiones

Por medio del aprendizaje basado en proyectos (ABP), las instituciones no solo fomentarían el espíritu científico en su población, sino que adquirirían instrumentos para la enseñanza de futuras generaciones.

El aprendizaje basado en la experiencia resulta en conocimiento más duradero y aplicable en la vida profesional.

Además de esto, se alcanzó el objetivo de investigación, se construyó una aplicación basada en Realidad Aumentada sobre Física la Ley de Gauss obteniéndose resultados satisfactorios ya que el aplicativo es comprensible, de esta manera sirve como el punto de partida para aplicaciones posteriores más complejas.

La experiencia fue satisfactoria, ya que aumentó el interés, motivación, interacción y comunicación entre profesor y estudiante.

6. Agradecimiento

Agradecemos al Docente Ángel Antonio Rojas de la Universidad Cooperativa de Colombia. Agradecemos

también a la Universidad Cooperativa de Colombia. Agradecemos a los estudiantes de Electricidad y Magnetismo del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia.

7. Referencias

- [1] Telefónica, F. (2011). Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo.
- [2] Innovae. (2016). Innovae. Recuperado de <http://realidadaugmentada.info/tecnologia/>
- [3] Muñoz, A., Ortega, A., Rodríguez, A., Carrillo, A., [4] Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., & Rouèche, C. (s. f.). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. 8.
- [5] F. E. Balcázar, «La investigación-acción participativa en psicología comunitaria. Principios y retos», vol. 21, p. 19, 2003.
- [6] B. R. Gómez, Aprendizaje basado en problemas (ABP), Educación y Educadores, p. 11.

Análisis de requerimientos para una app de alerta de emergencias médicas en la UTP Centro Regional de Chiriquí.

Requirements analysis for an emergency medical alert app in the UTP Centro Regional de Chiriquí.

Silvana Errigo¹, Jaime Palacios²

¹ Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá

² Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Software, Universidad Tecnológica de Panamá sede Chiriquí, Panamá

Autor de correspondencia: silvana.errigo@gmail.com

Resumen—En la actualidad el uso de dispositivos inteligentes permiten al usuario realizar actividades a distancia, para entretenimiento, estudiar, etc., incluso para ayudar a otros, gracias a las constantes innovaciones tecnológicas que hay en el mercado. En el presente trabajo se propone el análisis de los requerimientos esenciales para el desarrollo de una aplicación móvil, de alerta de emergencias médicas en la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, ya que la universidad no cuenta con una brigada de emergencias médicas ante los percances de salud que los estudiantes puedan presentar durante su estadía en los predios de la universidad, cada facultad y coordinador de eventos tiene un formulario de registro para activar la póliza en caso de emergencias, por lo que no se cuenta con un historial de eventos de emergencias médicas en la Universidad. El método propuesto para el análisis de los requerimientos se enfoca en la integración de diagramas predictivos y metodologías de administración de recursos, como los Diagramas de Casos de Uso y la metodologías ágiles en especial en el método SCRUM, que permitirá detallar los pasos para su realizar su diseño.

Palabras claves—*app, emergencias médicas, diagramas de casos de uso, alerta médicas*

Abstract— Currently, the use of smart devices allows the user to carry out activities at a distance, for entertainment, study, etc., even to help others, thanks to the constant technological innovations that exist in the market. In the present work the analysis is proposed of the essential requirements for the development of a mobile application, medical emergency alert at the Technological University of Panama, Regional Center of Chiriquí, since the university does not have a medical emergency brigade in the face of health mishaps that students can Present during your stay in the university grounds, each faculty and event coordinator has a registration form to activate the policy in case of emergencies, so there is no history of medical emergency events at the University. The proposed method for the analysis of the requirements focuses on the integration of predictive diagrams and resource management methodologies, such as Use Case Diagrams and agile methodologies, especially in the SCRUM method, which will allow detailing the steps to carry out his design.

Keywords—*App, medical emergencies, first aids, use case diagrams, medical alerts*

1. Introducción

Las aplicaciones móviles surgieron a finales de los años 90, fueron diseñados de una forma elemental y simple. Gracias a las innovaciones en las tecnologías WAP (protocolo de aplicaciones inalámbrica) y en las tasas de datos mejoradas para la evolución (EDGE) del GSM (sistema global para las comunicaciones móviles) se incrementaron las aplicaciones móviles para diferentes áreas como video juegos, medicina, economía, matemáticas entretenimiento, etc.[1]. Los tipos de aplicaciones móviles pueden ser: Nativas (desarrolladas con un Software Development Kit o SDK), Web (llamadas webapps, utilizan HTML,

junto con JavaScript y CSS, no emplean un SDK) e Híbridas (combinación entre las dos anteriores).[2] El presente trabajo propone el análisis de los requerimientos esenciales para el desarrollo de una aplicación para alerta de emergencias médicas en la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, ya que no se cuenta con una brigada de emergencias médicas ante los percances de salud que los estudiantes puedan presentar durante su estadía en los predios de la universidad, en especial en el turno nocturno, con miras a agilizar la atención de emergencias médicas de los estudiantes.[3]. En la sección dos, se describen algunas aplicaciones similares en el mercado. La sección tres, describe el

marco teórico de esta investigación, describiendo la metodología del proceso SCRUM, UML y los diagramas de caso de uso. En la sección cuatro se describe el proceso y las partes involucradas. La sección cinco se describen el análisis de los resultados de la encuesta aplicada y la sección seis describe las conclusiones.

2. Aplicaciones similares

En el mercado existen una serie de aplicaciones similares como:

- Safety GPS: comunicar emergencias geolocalizadas a las administraciones públicas y servicios de emergencias.
- SOS Emergencias: para cuando te sientas desorientado y necesites la ayuda de una ambulancia.
- My112: aplicación gratuita que permite comunicarte con el Centro de Emergencias.
- SOS First Aid: kit de primeros auxilios que te ayudará en una situación de emergencia.

Existen otras aplicaciones similares que nos dan idea de cómo actuar ante las emergencias. [4]

3. Marco Teórico

3.1. Ingeniería de Software

La complejidad de los sistemas de software en los últimos años ha crecido de forma exponencial, dando cabida a reconocer que la Ingeniería de Software cumple un papel muy importante en el desarrollo de aplicaciones, ya que es una disciplina que se enfoca en las metodologías y estrategias para el manejo de proyectos de sistemas.[5]. De tal forma que algunas definiciones establecen que:

1. “La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado, y cuantificable al desarrollo, operación, y mantenimiento del software; es decir la aplicación de Ingeniería del Software.”IEEE1993.

La correcta utilización de los procesos de ingeniería de software permite realizar las actividades necesarias para analizar, planificar, diseñar, desarrollar aplicaciones de software así como las pruebas necesarias que permiten verificar la correcta ejecución de un producto de software e implementarla. Es por ello, que en la ingeniería de

software existen diferentes metodologías ágiles para el desarrollo de proyectos de software que permiten lograr los objetivos planteados de lo que se desea, con la iteración, corrección y pruebas necesarias para que los avances de ejecución se logren y se continúen con las siguientes etapas del proyecto. Los procesos de ingeniería de software, a través de los años, han mejorado sus procesos por medio de la evolución de las distintas metodologías de desarrollo de software que han traído consigo nuevos retos y formas de pensar alrededor de la problemática que se ha generado, siendo desde los inicios de la construcción del software uno de las principales herramientas dentro del ciclo de vida de desarrollo de software. Uno de los puntos más influyentes en el cambio y la evolución de las metodologías de desarrollo de software es cómo los sistemas de información y los dominios de tecnología de información están avanzando rápidamente con respecto a las tecnologías disponibles, ya que la demanda de aplicaciones con nuevos objetivos y propósitos, demandan mayor cuidado, no solo en los requerimientos funcionales sino también en los no funcionales o atributos de calidad[6].

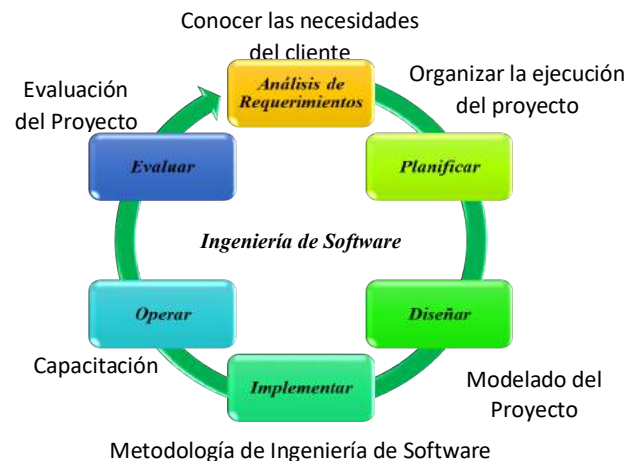


Figura 1. Ingeniería de Software, fuente el autor

3.2. SCRUM

Es una metodología ágil que permite de forma colaborativa trabajar en equipo y a través de un proceso trabajo iterativo de reuniones y verificaciones para avanzar permite obtener el mejor resultado posible de un proyecto de software, donde los equipos de trabajo logren producir por un bien común la productividad necesaria y así responder a una necesidad específica. Durante la puesta en marcha de

Scrum, las entregas parciales, regulares y funcionales del producto final se encaminan a avanzar con pie firme hacia el objetivo final. Esta metodología está indicada, para proyectos de entornos difíciles, donde se desea un rápido resultado, considerando que los requerimientos no estén bien definidos, pero, donde se reúnen la flexibilidad, compromiso y productividad. Así como esta metodología se basa en los parámetros anteriores, también se utiliza, para entrega de proyectos que se alargan demasiado en el tiempo y el costo.[7]. Esta metodología se ha logrado utilizar con éxito por más de 20 años en el desarrollo de proyectos, contribuyendo a generar software de calidad sobretodo apoyando aquellos proyectos que plantean cambios rápidos de sus requisitos y cuando éste presenta una actividad de requisitos y una actividad de desarrollo dentro de los procesos de análisis, se incorpora una estructura organizada para requerimientos necesarios, analizar la información, diseños, evolución y entregas funcionales, demostrando ser eficiente en reducir los riesgos de entrega de proyectos con plazos muy cortos de entrega, requerimientos fluctuantes y soluciones críticas para un negocio.[8]



Figura 2. Modelo Scrum (<https://goo.gl/rZU7LK>)

3.3. UML

El lenguaje unificado de modelado (UML), que está respaldado por la Object Management Group (OMG), permite la descripción gráfica de requerimientos de datos, procesos y funciones de un sistema, vislumbrando como se interconectarán los procesos desde la óptica del usuario. Es por ello, que es tan necesario para iniciar el desarrollo de una aplicación, cualquiera que esta fuera. [9]

UML tiene diferentes tipos de diagramas:

- Estructurales: Muestran la estructura estática de los objetos en un sistema. Los tipos son: de clases, componentes, estructura compuesta, implementación, objetos y paquetes.
- De Comportamiento: Muestran el comportamiento de los objetos del Sistema. Los tipos son: actividades, comunicación, panorama de interacciones, secuencia, máquina de estados, temporización y casos de uso.

Para este trabajo nos enfocaremos en los diagramas de caso de uso, debido a que nos ofrecen una visión general de los actores involucrados en los principales procesos de un sistema.[10],[11].

4. Procesos

4.1. Elementos básicos

Por parte de la Universidad, los elementos necesarios para realizar este análisis será:

- Utilizar una muestra de la población de estudiantes del Centro Regional de Chiriquí.
- Aplicar a la muestra, una breve encuesta para conocer la factibilidad de uso de esta aplicación.
- Accesar a la base de datos de la universidad para obtener la cedula y nombre de los estudiantes afectados y las autoridades, de manera que se puedan obtener los datos del familiar a quien avisar.
- Será necesario establecer un equipo de trabajo por parte de la universidad que permita realizar las pruebas a la base de datos, así como la comunicación con la misma.

Por parte de la población de los estudiantes, será necesario: Utilizar un celular inteligente (Smartphone) y tener acceso a internet.

4.2. Encuesta aplicada

Para esta investigación se realizó una encuesta con la intención de estimar el grado de necesidad del análisis de requerimientos para realizar el desarrollo de una aplicación móvil de alerta de emergencias médicas. La fórmula estadística aplicada para obtener la muestra de la población para aplicar la encuesta fué:

$$n = \frac{\sum \frac{N_i^2 p_i q_i}{w_i}}{N^2 D + \sum N_i p_i q_i}$$

Donde n, es la muestra de la población, y se obtuvieron los siguientes datos por facultad:

Tabla 1. Muestra poblacional por facultad.

CAMPUS	Población de cada estrato	Muestra por facultad
1. Sistemas Computacionales	376	13
2. Ciencia y Tecnología	119	4
3. Ingeniería Civil	839	30
4. Ingeniería Eléctrica	403	14
5. Ingeniería Industrial	758	27
6. Ingeniería Mecánica	217	8
		96

A continuación se detallan algunas preguntas y respuestas obtenidas, el resto se muestra a través de los gráficos.

Tabla 2. Estudiantes encuestados por facultad.

Facultad	Frecuencia	Porcentaje
Ciencia y Tecnología	6	3.9
Civil	44	28.6
Eléctrica	21	13.6
Industrial	27	17.5
Mecánica	10	6.5
Sistemas Computacionales	46	29.9
Total	154	100

Tabla 3. Respuestas a la Pregunta 9 de la encuesta.

¿Le gustaría que la UTP sede Chiriquí tenga una aplicación móvil en la que se pueda contactar a las autoridades del centro?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	7	4.5
Sí	147	95.5
Total	154	100

Tabla 4. Respuesta a la Pregunta 6 de la Encuesta

¿Sabe usted lo que cubre su seguro?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	108	70.1
Sí	46	29.9
Total	154	100.0

4.3. Requerimientos

Para realizar el análisis de requerimientos de la aplicación se realizarán los siguientes pasos:

- i. Seleccionar la muestra de estudiantes para aplicar las encuestas
- ii. Crear el instrumento de encuesta
- iii. Analizar los resultados
- iv. Coordinar con la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí el acceso a la base de datos de estudiantes y docentes.
- v. Crear las pantallas de la aplicación
- vi. Establecer el software para desarrollo de la aplicación.
- vii. Establecer las pruebas que se van a realizar a la base de datos de la universidad

4.4. Arquitectura de Interconexión

Para realizar la comunicación entre la aplicación móvil y la base de datos se requiere que dentro de la programación se utilicen comandos JSON, como se muestra en la figura 3, para que exista la correcta correspondencia de la información entre el app y la base de datos a través del lenguaje de XML. El diagrama de interconexión quedaría de la siguiente forma:



Figura 3. Arquitectura de Interconexión.

Diagramas de Caso de Uso

Para este análisis se contemplaron los siguientes diagramas de casos de uso, que permiten visualizar los principales requerimientos para el análisis, diseño e implementación de la aplicación así como también ofrece la posibilidad de organizar las actividades, [12] a saber:

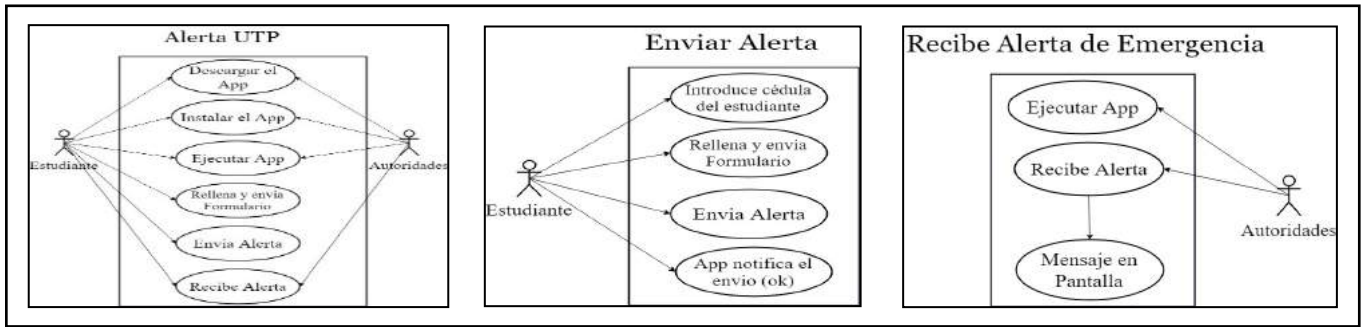


Figura 4. Diagrama de casos de uso del sistema.

4.5. Diagramas de Secuencia



Figura 5. Diagrama de Secuencia de Envío de Alerta de Emergencia Médica.

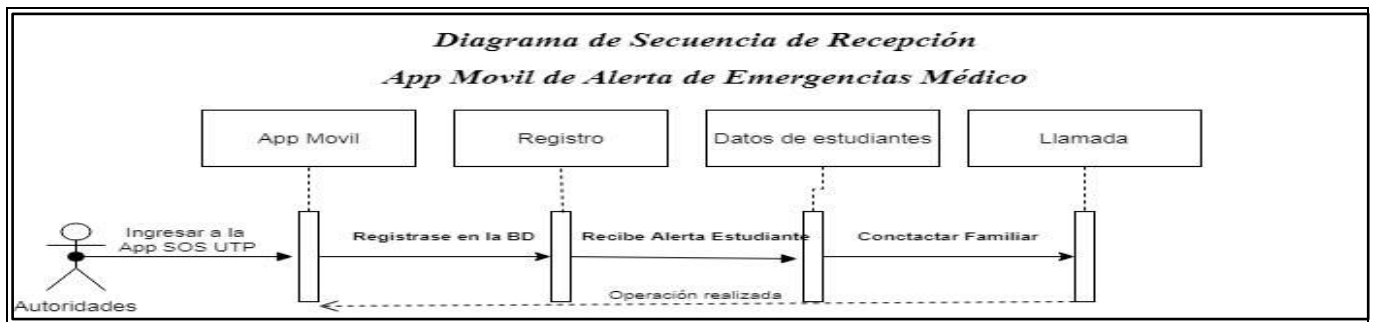
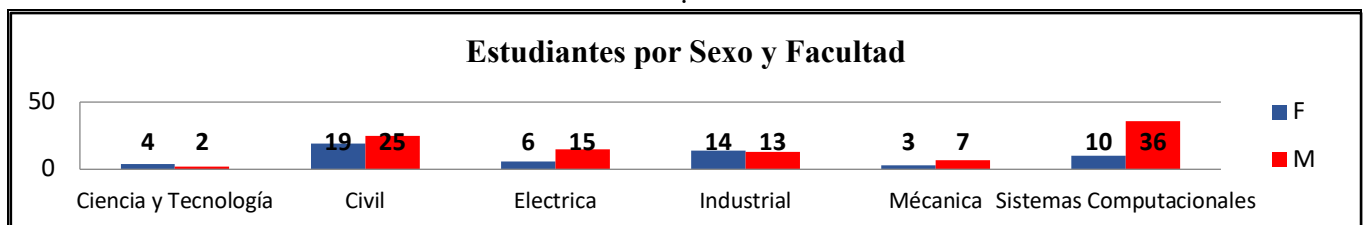


Figura 6. Diagrama de Secuencia de Recepción de Alerta de Emergencia Médica.

5. Resultados

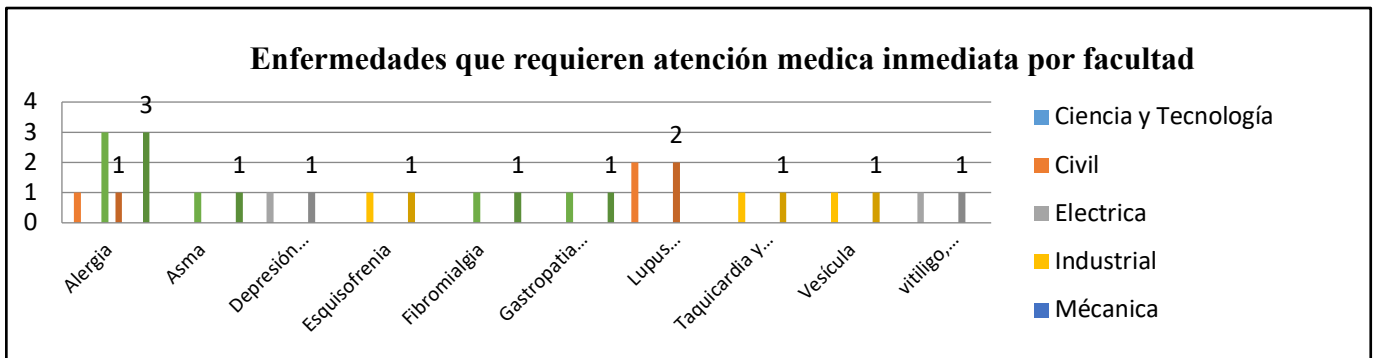
El análisis de resultados de las encuestas, reflejan claramente la necesidad que existe en la Universidad Tecnológica de Panamá centro regional de Chiriquí, de implementar una aplicación móvil de alerta de emergencias médicas como un primer paso hacia la atención de situaciones emergencias que se susciten en esta casa de estudio, durante cualquier horario de clases. Los datos que se muestran en estas gráficas y tabla contemplan parte de las variables que se utilizarán para crear la base de datos.



Gráfica 1. Estudiantes por sexo y facultad.

Tabla 5. Respuesta a las preguntas 4 a 9 de la encuesta

#	pregunta	si	no
4	¿Sabe usted que en su matrícula se incluye el pago de un seguro de accidentes?	88.3%	11.7%
5	¿Sabe usted por cuanto tiempo está cubierto dentro y fuera de la universidad?	34.4%	65.6%
6	¿Sabe usted lo que cubre su seguro?	29.9%	70.1%
7	En caso de una emergencia médica ¿sabe a qué hospital acudir?	33.1%	66.9%
8	¿Le gustaría que la UTP sede de Chiriquí tenga una aplicación móvil en la que se pueda contactar a las autoridades del centro?	95.5%	4.5%
9	¿Utiliza un dispositivo inteligente (tipo Smartphone)?	98.7%	1.3%



Gráfica 2. Enfermedades que requieren atención médica inmediata por facultad.

6. Conclusiones

El presente trabajo permite conocer la necesidad que existe en la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, de realizar un análisis de requerimientos para el desarrollo de una aplicación móvil para alertas de emergencias médicas, ya que la universidad actualmente no cuenta con brigadas de emergencias médicas, aunque; aunado al hecho que según los encuestados la mayoría reconoce el hecho de que en su matrícula se les cobra una póliza de seguros médicos (88.3%), pero el 70.1% desconoce la cobertura de gastos. En el turno nocturno y debido a que la administración ya ha salido de sus horas laborables, son los que

menos cuentan con el apoyo administrativo que los atiende y los orienta durante una emergencia médica. Consideramos que la aplicación de la metodología ágil SCRUM sería la más indicada para que un grupo de estudiantes y docentes de la Universidad puedan desarrollar la aplicación y la misma se pueda extender en funcionalidad y alcance hacia los docentes y administrativos del plantel.

En definitiva, el 95.5% de los estudiantes encuestados, apoyan la moción de plantear esta aplicación móvil como una solución a la falta de brigadas de emergencias médicas para atender de forma rápida y eficiente los accidentes y afecciones de salud que se puedan dar dentro del campus de la Universidad Tecnológica de Panamá, centro

regional de Chiriquí y así brindar más seguridad y mejor atención a nuestros estudiantes. Esta aplicación podrá ser utilizada como apoyo a las brigadas de emergencia médica que lleguen a conformarse en Chiriquí. Con el uso de esta aplicación, también se pretende que el campus Universidad Tecnológica de Panamá centro regional de Chiriquí, maneje una estadística de incidencias de emergencias médicas, así como una estadística de las enfermedades más comunes de los estudiantes que requieren una rápida atención, lo cual permitirá que la administración se motive a capacitar a su personal y a los estudiantes en primeros auxilios.

Referencias

- [1] Gallegos, Jorge Gil. (07 de 03 de 2014). Recuperado el 13 de 04 de 2018, de es.slideshare.net: <https://goo.gl/kjHBok>
- [2] Cuello, Javier; Vittone, José;. (2014). *Diseñando Apps para móviles* (Vol. 1). Barcelona, España: Amazon. Recuperado el 12 de 04 de 2018, de <https://goo.gl/2jhwEC>
- [3] Favini, Emiliano Andres;. (2015). Proyecto SEMI (Sistema de Emergencias Móviles). *STS,2 Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad.*, 130-145. Recuperado el 2018, de <https://goo.gl/pC455E>
- [4] Fundación Fuego. (2018). Las 13 apps indispensables en situaciones de emergencia. *Fundación Fuego Magazine*, 1. Recuperado el 20 de Abril de 2018, de: <https://goo.gl/xqHjkg>
- [5] TechNet. (2012). Recuperado el 2018, de Microsoft: <https://goo.gl/1i2QyU>
- [6] Bayona, J. C.; Pineda, O. L.; Pardo, O. D. . (2016). El papel de la Ingeniería de Software en el desarrollo de aplicaciones. *Tecnología, Investigación y Academia (TIA)*, 4(1), 3-14. Recuperado el 12 de 04 de 2018, de <https://goo.gl/Wm19vU>
- [7] Garcés, Lucas; Egas, Luis Miguel;. (2015). Evolución de las Metodologías de desarrollo de la Ingeniería de software en el proceso la Ingeniería de Sistemas Software. *CTU (Científica y Tecnológica UPSE)*, 9. Recuperado el 2018, de <https://goo.gl/5sK4mt>
- [8] Xavier Albaladejo. (2017). ¿Qué es SCRUM?. Recuperado el 2018, de ProyectosAgiles.org: <https://goo.gl/b2sGmR>
- [9] Lucidchart. (01 de 01 de 2018). *Lucidchart*. Recuperado el 2018, de ¿Que es el lenguaje de modelado unificado (UML)?.: <https://goo.gl/RsGwFR>
- [10] Visual Studio. (2015). Recuperado el 12 de 04 de 2018, de Diagramas de casos de uso de UML: Referencia: <https://goo.gl/aLWXCP>
- [11] Hernández V., José R., Verona M., Sandra, & Pérez L., Sonia. (2015). Modelando con UML el proceso de evaluación de productos de software utilizando el enfoque GQM. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(Supl. 1), 76-84. Recuperado en 12 de abril de 2018, de <https://goo.gl/UUjGUW>
- [12] Baquero H., Lionel R., Argota V., Luis E., Rodríguez V., Osviel, Ciudad R., Febe Á. (2016). Método para el modelado y prueba de Diagramas de Casos de Uso mediante redes de Petri. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* 2016, 10 [Fecha de consulta: 12 de abril de 2018] Disponible en: <https://goo.gl/6Phx3h>

Interoperabilidad: el reto de las aplicaciones móviles en la salud en Panamá

Interoperability: the challenge of mobile applications in health in Panama

Mel Nielsen¹*, Vladimir Villarreal¹, Lilia Muñoz¹

¹ Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergente, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: vladimir.villarreal@utp.ac.pa

RESUMEN– Actualmente el desarrollo de aplicaciones móviles para la salud y el mercado de los dispositivos llevables (wearables), se extiende diariamente a cada uno de los usuarios finales en la población. Esto hace necesario la integración de la información biométrica recolectada por diversos dispositivos y aplicaciones móviles de salud (mHealth) en los sistemas de salud pública de Panamá convirtiéndose en un reto, que requiere de trabajo entre cada una de las áreas que intervienen en su desarrollo. Este artículo presenta un análisis de la situación actual de los sistemas de salud en Panamá, historia clínica electrónica (HCE), una la valoración del personal idóneo sobre la información biométrica recolectada a través de aplicaciones mHealth y la interoperabilidad de estas aplicaciones con el ecosistema de salud y la historia clínica de los pacientes, como extensión de los servicios de salud existentes en Panamá.

Palabras clave– *eHealth, mHealth, Interoperabilidad, Sistemas de Información de Salud, Smartphone, Wearable, Interfaces de Programación de Aplicaciones, Historial Clínico Electrónico.*

ABSTRACT– Currently the development of mobile applications for health and the market of wearable devices (wearables), extends daily to each of the final users in the population. This makes it necessary to integrate the biometric information collected by various mobile health devices and applications (mHealth) into public health systems in Panama, becoming a challenge that requires work between each of the areas involved in its development. This article presents an analysis of the current situation of health systems in Panama, electronic clinical record (ECR), an assessment of the appropriate personnel on the biometric information collected through mHealth applications and the interoperability of these applications with the ecosystem of health and the clinical history of patients, as an extension of existing health services in Panama.

Keywords– *eHealth, mHealth, interoperability, Health Information Systems, Smartphone, Wearable, Applications Programming Interfaces, Electronic Health Record.*

1. Introduction

El auge de las tecnologías móviles ha proliferado una nueva tendencia en cuanto al auto-control y gestión de la información de pacientes dependientes [1], términos como *eHealth (eSalud)*, *Healthcare* y *mHealth (mSalud)* se hacen más comunes con el pasar del tiempo. El monitoreo constante, y la dependencia de pacientes que padecen de enfermedades crónicas no transmisibles, es imprescindible.

El desarrollo de aplicaciones móviles para la salud ha aumentado en los últimos años [2] y con ello crece la incertidumbre sobre adherencia de las tecnologías y la integración de esta con los sistemas utilizados en la compleja red de salud pública, liderado en Panamá por dos instituciones, la Caja del Seguro Social (CSS) y el Ministerio de Salud (MINSAL). La transferencia de información entre ambas instituciones se hace de vital relevancia para la gestión de la salud en el plano nacional. Asegurar la interoperabilidad de sus sistemas de información es todo un reto, incorporar nuevas tecnologías de monitorización para los pacientes y dotar de información biométrica a los *smartphones* es irrelevante para estos sistemas de información, debido a que la información es

desconocida y almacenada en bases de datos externas e inaccesible.

Las aplicaciones móviles de salud o *mHealth app* tienen un gran potencial en el alcance de los servicios de salud pública que ofrecen los gobiernos a la población, potenciando el acceso a la información [3] y permitiendo que los pacientes adopten cambios positivos en su comportamiento de cara a la prevención y auto-control de enfermedades crónicas no transmisibles.

Las tecnologías móviles aplicadas a la *eSalud* abren paso a un gran portafolio de soluciones para la salud pública, sin embargo, la proliferación de aplicaciones en las tiendas de descargas, son un gran reto debido a la falta de estandarización de la información y la carencia de certificaciones para la gestión y privacidad de los datos de los usuarios. Esta problemática evita que estas soluciones no puedan ser adoptadas por los gobiernos y la empresa privada para asegurar la privacidad de los usuarios de las aplicaciones y la interoperabilidad con los sistemas de las instituciones públicas proveedoras de los servicios de salud.

Este artículo pretende exponer la necesidad de estandarizar la información generada a partir del desarrollo de software de aplicaciones dirigidas al mercado de la *mSalud* y la seguridad de los datos de los pacientes, a través de la utilización de estándares internacionales de calidad e interoperabilidad semántica.

2. Antecedentes

A nivel mundial las aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) han transformado la forma en que los gobiernos administran la salud pública, a tal punto de crear entre su jerga el término *eSalud* o *eHealth*, haciendo referencia a todo el cuerpo de tecnologías que se utilizan para alcanzar mejores rendimientos en cuanto a la administración, gestión y la toma de decisiones de la salud pública [3][4]. Panamá viene desarrollando notables esfuerzos para mejorar los datos y la gestión de la información en el sector salud, implementando nuevos sistemas de información tanto en el Ministerio de Salud, como en la Caja del Seguro Social. Adjunto a estos esfuerzos, Panamá instala en conjunto con el Ministerio de Salud y la empresa privada, el Comité Nacional de Expedientes Clínicos [5] con el fin de estandarizar la información de este documento, legal y obligatorio, de suma importancia para la prestación de los servicios de salud públicos y privados.

Los avances tecnológicos que giran en torno a la administración y la gestión de la salud pública, hoy en día utilizan como herramientas de extensión de los servicios a las tecnologías móviles conocidas como *mHealth* [4]. Estas tecnologías se apoyan de la adherencia que tiene los usuarios a los *smartphones*, *tablets* o dispositivos "vestibles" (*wearables*) [1], para alcanzar el mayor número de personas y extender la manera en que se distribuye los planes estratégicos de salud pública. En este sentido se agrega un nuevo componente a la compleja red que forman los sistemas de información de salud y que acentúa la problemática expuesta en el siguiente apartado.

3. Problemática

Actualmente las aplicaciones móviles para la salud se componen de un complejo ecosistema con pequeñas aplicaciones alojadas y distribuidas alrededor del mundo, combinando el uso de sensores en los *wearables*, *smartphones* o dispositivos médicos diseñados para un uso específico en los pacientes o usuarios, permitiendo la obtención de datos biométricos del portador. Con cada nueva aplicación se crea un historial biométrico que contiene información importante de sus usuarios, esta información es recolectada y mostrada al usuario a través de la aplicación propietaria, siendo la información analizada por una aplicación ajena a los médicos y los sistemas de salud.

Las tiendas de aplicaciones como App Store y Google Play están llenas de aplicaciones de todo tipo, solo en la tienda Google Play, existen disponibles 2,653,987 aplicaciones para descargar, según la página *AppBrain*, de las cuales 89,189 se encuentran en la categoría de salud y estado físico; como se puede apreciar en la figura 1, el 95.6 % de las aplicaciones de

dicha categoría, se puede descargar de forma gratuita y el 4.4% restante es de paga. Además, cabe destacar que del total de aplicaciones de esta categoría solo el 5% tiene más de cincuenta mil descargas [6].

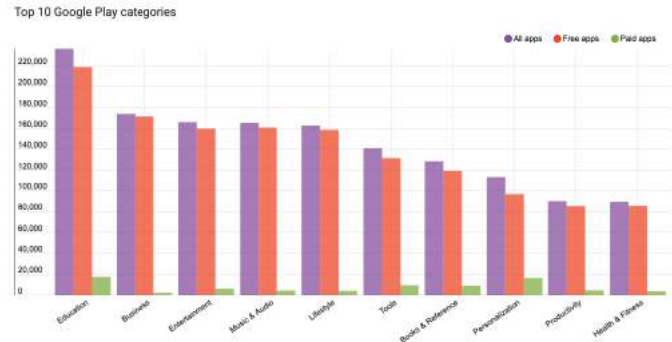


Figura 1. Top 10 de categorías de aplicaciones publicadas en Google Play. Fuente: <https://www.appbrain.com/stats/android-market-app-categories>

Si bien es cierto, el mercado y desarrollo de aplicaciones para la salud va en aumento, pero aún tiene limitaciones importantes. En la encuesta *mHealth Economic 2016* mostró que el 18% de las partes interesadas en *eHealth* no desarrollan aplicaciones móviles en ese sentido, debido a la falta de regulaciones de las mismas por parte de un organismo regulatorio aprobado como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos [7].

APPLE HEALTHKIT IS THE MOST POPULAR API AGGREGATION SERVICE USED BY 63% OF MHEALTH APP PUBLISHERS

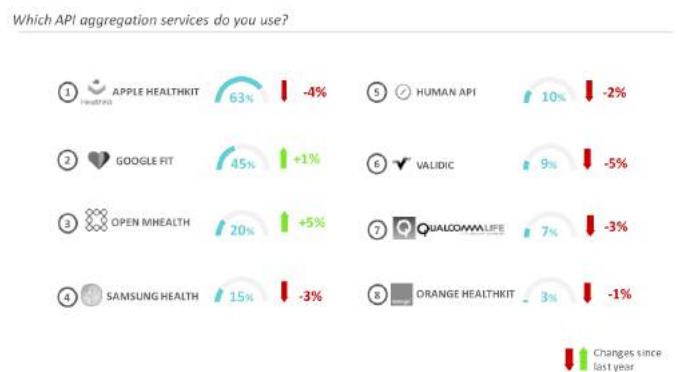


Figura 2. Uso de API's de servicios de aplicaciones mHealth. Fuente: Research2Guidance - mHealth App Developer Economics study 2017/2018

Se suma a estas limitaciones la capacidad de intercambiar la información entre los complejos sistemas de salud existentes en los diferentes administradores de salud pública y/o privada. En este escenario es común el uso de interfaces de programación de aplicaciones (*API's*) para la utilización de servicios en la nube, con el fin de integrar ecosistemas ofrecidos al mercado

que combinan las tecnologías y sensores de los *wearables* y *smartphones* en una aplicación; adquiriendo la información biométrica de los usuarios para almacenarla, analizarla y mostrar información en ocasiones sobre el estado de salud.

Como se muestra en la figura 2, según *Research2Guidance* en el informe publicado *mHealth App Developer Economics study 2017/2018*, 50% de las aplicaciones publicadas utilizan *API's* de servicios. Entre ellos se destacan *Apple Healthkit* con el 63% de popularidad en mercado, *Google Fit* con el 45% [8].

En la práctica, a pesar de los mejores esfuerzos, a menudo no hay suficientes recursos para integrar estas diversas contribuciones en un todo coherente y funcional. La problemática radica en que la información que recopilan las diferentes aplicaciones en sus ecosistemas, solo es funcional para sus usuarios, ya que cada servicio almacena una historia clínica de cada uno de ellos. El 49% de las aplicaciones publicadas, en este sentido, integra en su ecosistema un Historial Clínico Electrónico (*HCE*) [8].

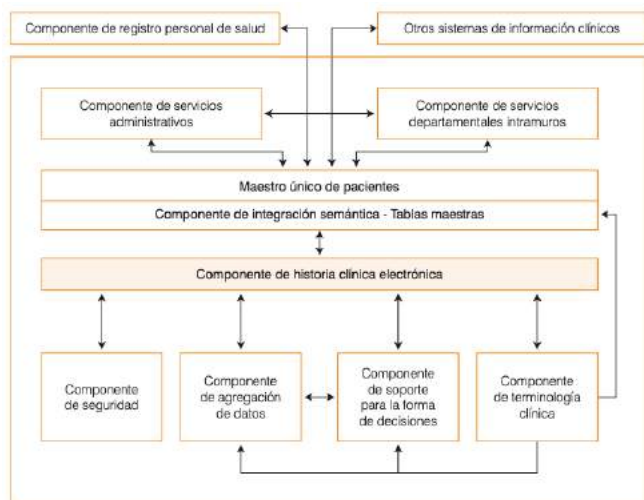


Figura 3. Abstracción de historia clínica electrónica y su relación con los componentes de un sistema de información clínico [9].

En la figura 3 se puede observar la relación de la una historia clínica electrónica y su relación con los componentes de los sistemas de información clínica o hospitalarias. El compuesto de sistemas y subsistemas agregados a las implementaciones de ellos suponen un desafío que reside en lograr articular toda la información, referente a los pacientes, en una HCE única, legible y comprensible por otros sistemas externos [9].

4. Interoperabilidad:

La interoperabilidad se define como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada [10]. A nivel internacional existen estándares que aseguran la interoperabilidad de sistemas de información y la transferencia de datos clínicos entre ellos.

Asegurar el desarrollo de aplicaciones móviles con base a un estándar internacional avala la calidad en el desarrollo o proyecto de software. La interoperabilidad en sistemas de información de salud debe cumplir con las siguientes características:

1. **Disponibilidad:** Este concepto indica que la información debe ser ubicua, sin importar de donde se acceda, sin que el tiempo en el que se accede o se crea la información tenga relevancia.
2. **Integridad:** Supone que la información sea veraz, para ello la información debe ser de una fuente fiable, protegida contra corrupción alguna en el proceso de transferencia, acceso o creación.
3. **Confidencialidad:** Toda información de salud perteneciente a un paciente debe ser prohibida para agentes externos

Estos tres conceptos se conjugan en seguridad de la información. La seguridad de la información puede ser empleada en toda aplicación que gestione información de pacientes. En Panamá esto se fundamenta en el Decreto Ejecutivo 1458 de noviembre de 2012, que reglamenta la Ley 68 del 20 de noviembre de 2013[11], regula los derechos y obligaciones de los pacientes en materia de información y decisión libre. Como marco legal para obtener permisos de gestor de la información clínica de una persona; siempre y cuando esta otorgue autorización para que su información sea utilizada.

5. Materiales y Métodos

En el contexto de los sistemas de información de salud pública en Panamá, se realizó una revisión de los sistemas de salud existentes, encontrándose los proyectos: SIS (Sistema de Información de Salud) para la CSS [12] y SEIS (Sistema Electrónico de Información en Salud) para el MINSA [13]. Estos hacen uso de dos herramientas importantes que son: *xHIS/eSIAP* que corresponden a los sistemas encargados de la gestión de hospitalaria y la gestión de historia clínica electrónica (*HCE*). Cabe destacar también el uso de buses de interoperabilidad que utilizan para operar en conjunto con subsistemas en cada una de ellas.

En la actualidad las aplicaciones móviles deben observarse de manera conjunta desde tres puntos de vistas: el usuario, el médico y la tecnología. Desde un inicio el desarrollo de estas aplicaciones debe enfocarse en ofrecerle una mejor calidad de vida al usuario final, sin dejar de lado el conjunto síncrono que representa la información que se recolecta y brinda a los médicos y la apreciación del padecimiento basado en la experticia del personal idóneo. Además, se debe comprender la importancia de la fiabilidad, factibilidad, eficacia, eficiencia y confidencialidad de los datos manejados a través de los distintos desarrollos de software que se den entre transacciones médico-paciente y viceversa [14][15][16].

Este trabajo de investigación pretende demostrar la importancia de la información recolectada, a través de aplicaciones móviles de terceros, y su uso integrado a los sistemas de información de salud en Panamá con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pacientes y extender el alcance de los servicios públicos de salud en cuanto a atención primaria de pacientes.

En este sentido para valorar la importancia del uso de la información biométrica de los pacientes recolectada a través de aplicaciones móviles en la historia clínica de los pacientes; se realizó una encuesta dirigida al personal médico de atención general. Se recolectó una muestra de 12 médicos de entre 25 y 30 años, valorándose 10 *items*. La selección de los médicos fue de forma aleatoria.

6. Resultados

En la breve revisión realizada a los sistemas información de salud en Panamá se logra identificar los siguientes proyectos y sistemas de interés para esta investigación:

- **SIS:** Sistema de información de Salud, este sistema se ejecuta en la CSS de Panamá, inicio su ejecución en abril del 2012 y aun se mantiene en funcionamiento. Este sistema basa su funcionamiento en *xHIS* e integra operaciones con diferentes sistemas de la CSS. Cuenta con módulos como Gestión de Agenda, Cita Previa, Archivos, Admisión, Urgencias, Estación Médica, Farmacia, Insumos Médico quirúrgicos, Despacho de Insumos, bloque quirúrgico, etc. Interconexiones con Sistemas de Tercero: LIS, RIS, ANESTESIA, Registro Materno Perinatal, SAP, LOGISTICA, Vigilancia Epidemiológica, Registro de Enfermedades No Transmisibles, Sistema de Monitoreo para Enfermedades Infecciosas, Sistema de Kioscos, Sistema de Portal de Salud para pacientes web, Sistema de Registro de Cobertura de Seguro Social. Integra también funciones con *eSIAP* [17].
- **SEIS:** Sistema Electrónico de Información de Salud, este sistema se ejecuta en el MINSAL desde el año 2016, hoy en día tiene un alcance distribuido en 145 instalaciones del Ministerio de Salud en Panamá. Dentro de sus funciones se encuentran: acceso inmediato al expediente clínico de su paciente desde cualquier Instalación de Salud en donde esté implementado, brindar mejor control y seguimiento de la condición de salud de cada paciente, información sistematizada y disponible electrónicamente, para la toma de decisiones oportuna, entre otros. Basado en *xHIS* y *eSIAP*[13].
- ***xHIS/eSIAP:*** Sistemas de atención integrada, se basa en sistemas de información de salud que permiten compartir y acceder en tiempo real la información del paciente de múltiples sistemas en múltiples entornos de atención [18]. La estructura de sus datos esta construida sobre una base abierta, basada en estándares de terminologías como: SNOMED (*Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Ter*) , ICD (*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*), entre otros. Además, soporta

muchos niveles de transmisión de mensajes de HL7 (*Health Level Seven*) [10][20][21][22].

- ***AmIHealth:*** Plataforma *WEB* que permite la monitorización de pacientes que padecen de enfermedades crónicas no transmisibles (hipertensión) con la finalidad de empoderar al usuario paciente del autocontrol de su padecimiento, con servicios que permiten la interacción médico -paciente y que extiende funcionalidades a través de *AmIHealth App* (aplicación móvil de la plataforma) [23]. Hace uso de estándares como OAuth 2.0 [24] con la finalidad de asegurar la autenticación y autorización de los usuarios de la plataforma.

Una vez identificados los sistemas de información de salud se aplicó la encuesta anteriormente descrita, recolectada la información generada y se procedió a analizar los resultados con base en los parámetros seleccionados de cada pregunta.

En el apartado del sexo, 58,3% de los encuestados son hombres y el 41,7 % mujeres, todos desempeñan el cargo de médico general donde la mayoría se encuentra en edades de 27 a 28 años, teniendo el 50% de muestra encuestada la edad de 28 años, el 33.3% de 27.

¿Atiende a diario pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles como DIABETES, HIPERTENSIÓN, OBESIDAD ?

12 respuestas

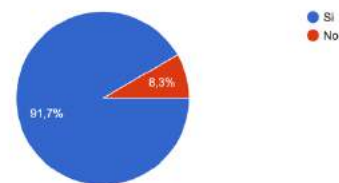


Figura 4. Consulta sobre atención de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT).

En la figura 4 se observa gráficamente, bajo el contexto de enfermedades crónicas no transmisibles, la frecuencia de atención de la muestra respecto a dichas enfermedades, donde el 91.7 % afirma que atiende diariamente este tipo de pacientes y el 8.3% correspondiente no lo hace de forma diaria.

¿Considera usted que es importante evaluar el estado de estos pacientes?
 12 respuestas



¿Considera usted que el monitoreo constante de estos pacientes es importante?
 12 respuestas

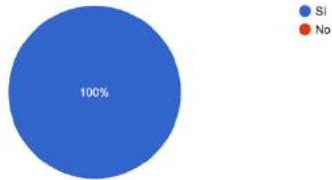


Figura 5. Importancia de la evaluación de los pacientes con ENT

En la figura 5 el 100% de los encuestados afirma la importancia de evaluar el estado de los pacientes que padecen de enfermedades crónicas no transmisibles. También se consulta si es de importancia el monitoreo constante de este tipo de pacientes, obteniendo como resultado que el 100% de los encuestados afirma que la acción sugerida es de importancia.

En las siguientes preguntas se utilizó la escala de Likert para valorar el impacto y uso de la información biométrica de los pacientes según el personal médico; siendo 1 (*muy poco*) la menor valoración y 5 (*mucho*) la mayor valoración.

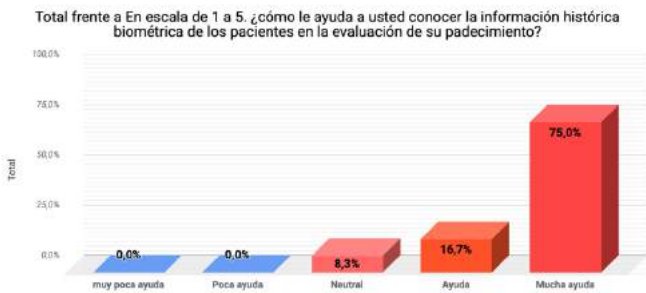


Figura 6. Información histórica biométrica respecto a la evaluación de un paciente con ENT.

En la figura 6 se muestra la apreciación de utilidad de la información, según los encuestados, para realizar la evaluación respecto al padecimiento del paciente; donde el 75% demuestra que es de mucha utilidad, el 16,7% sustenta que es de utilidad y 8,3% responden de manera neutral.

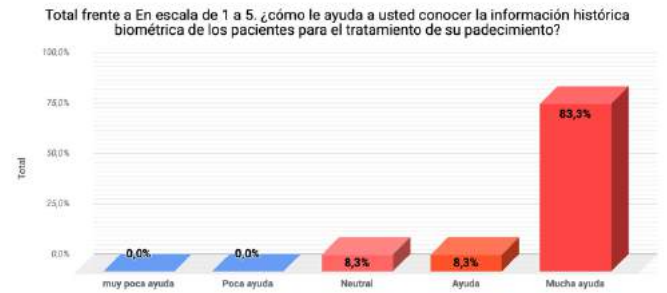


Figura 7. Información histórica biométrica respecto al tratamiento de un paciente con ENT.

En la figura 7 se hace constar que para el 83,3% de los encuestados es de mucha ayuda contar con la información histórica biométrica de los pacientes que padecen de ENT, también se ven resultados positivos correspondientes al 8,3% que determinan que es de ayuda contar con esta información y otro 8,3% muestra un comportamiento neutral a la sugerencia.

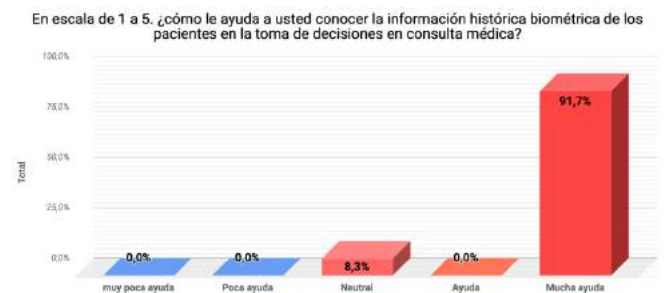


Figura 8. Información histórica biométrica respecto a la toma de decisiones en consulta médica de pacientes con ENT.

En la figura 8 se puede observar que el 91,7 % de encuestados afirman que la información histórica biométrica de los pacientes es de mucha ayuda en la toma de decisiones en la consulta médica. Solo el 8,3% de los encuestados muestra un comportamiento neutral.

Según su percepción, ¿son estos datos de importancia en la historia clínica o expediente de estos pacientes?
 12 respuestas

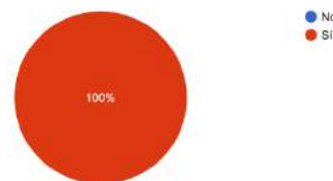


Figura 9. Percepción de los médicos sobre los datos biométricos y el expediente electrónico.

Como se puede apreciar en la figura 9 el 100% de los participantes de esta pregunta, afirman que es de muy

importante tener datos biométricos en el expediente clínico electrónico de los pacientes.

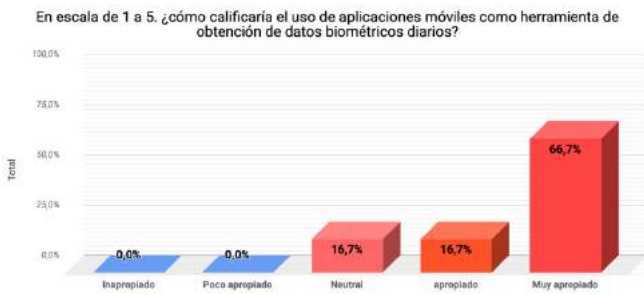


Figura 10. Valoración de los médicos respecto al uso de aplicaciones móviles como herramientas de obtención de datos biométricos.

En la figura 10 se consulta a los médicos encuestados, en un rango de inapropiado a muy apropiado, cómo calificarían el uso de las aplicaciones móviles en la obtención de información biométrica de los pacientes; en el cual se puede observar que el 66,7 % califica la intención como muy apropiado, un 16,7% como apropiado y el 16.7% restante mantiene una calificación neutral.

¿Considera usted que los pacientes pueden controlar su padecimiento con la ayuda de aplicaciones móviles que...! seguimiento o monitoreo constante?
12 respuestas

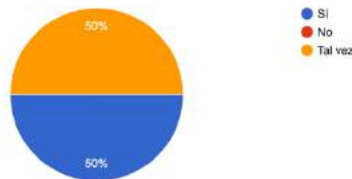


Figura 11. Valoración de los médicos respecto al uso de aplicaciones móviles como herramientas de autocontrol y seguimiento de pacientes.

En la figura 11, se muestra la apreciación de los encuestados al uso de aplicaciones móviles para el seguimiento y control de pacientes, donde el 50% considera que los pacientes pueden controlar su padecimiento, mientras que el otro 50% cree en la posibilidad de que se de o no un control de padecimientos a través de aplicaciones móviles.

7. Discusión y Conclusiones

Panamá cuenta con sistemas de información de salud que permiten la integración con otros sistemas de información externos, sin embargo, no existe iniciativa alguna de integrar nuevos desarrollos móviles con estos sistemas. La diversidad de HCE que puede llegar a tener un usuario, crea la necesidad de evaluar la posibilidad de unificar de forma semántica y sintáctica la forma en que se desarrollan nuevas aplicaciones

móviles para la salud. Esto facilita la interoperabilidad de las aplicaciones móviles como agentes recolectores de información para los sistemas de salud pública en Panamá.

En la revisión de los sistemas de información que utilizan MINSA y la CSS de Panamá, no se encontró documentación alguna de integraciones entre estas dos entidades prestadoras de salud; a pesar de contar con integraciones de sistemas heterogéneos propietarios.

Según la OMS las iniciativas de *mHealth* se ven como extensión de los servicios de salud ya sea pública o privada. El uso de aplicaciones móviles por parte de los usuarios junto a la información recolectada en otra base de datos, suponen una pérdida de información que puede ayudar a mejorar la calidad de atención y evaluación de enfermedades crónicas no transmisibles.

La encuesta realizada demuestra la importancia que tiene la información biométrica en la evaluación, tratamiento y la toma de decisiones en consulta para los médicos. Así como también la relevancia de contar con esta información en los HCE de los pacientes, sobre todo en los niveles primarios de atención.

A pesar de que existe una tendencia neutral en la información recolectada sobre la valoración del médico, en cuanto a la información biométrica histórica, no se observan tendencias negativas sobre el uso de esta en evaluaciones, tratamiento o toma de decisiones. A demás el estudio fue realizado al personal facultado de edades entre 25 y 30 años, esto supone que los profesionales jóvenes son mucho más receptivos a los cambios técnico. Se requiere expandir el rango de edades para observar si la resistencia al uso de herramientas tecnológicas para el control y seguimiento de pacientes supone una limitante para el desarrollo de tecnologías móviles para la salud y su uso.

Es de mucha importancia tomar en cuenta la percepción, en este caso de los médicos, ya que son ellos los que utilizarán la información para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, así como también, el uso que puedan darle a herramientas *mHealth* como mecanismo de seguimiento y control de pacientes.

Si bien es cierto el desarrollo de aplicaciones móviles para la salud es descontrolado, esto no supone impedimento para formalizar integraciones con los sistemas de información de salud actualmente implementados. Reglamentar como entidad administradora de salud pública, el MINSA y la CSS, deben regular requerimientos mínimos como el uso de estándares para las transacciones de datos y sintaxis de la información; para articular el uso de estas aplicaciones como herramientas de monitoreo y autocontrol, que supone una mejor calidad de vida para los usuarios y de los servicios de salud pública. Esto se traduce en mejores atenciones con el uso de información al corriente, disminuyendo tiempos en atención a través de información historia observable.

Agradecimientos

Agradecemos a los médicos que formaron parte de la muestra encuestada por el apoyo y anuencia en el desarrollo de la encuesta que se les suministró. El segundo autor es miembro del Sistema Nacional de Investigación de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).

8. Referencias

- [1] V. Villarreal, R. Hervas, J. Fontecha, and J. Bravo, "Mobile Monitoring Framework to Design Parameterized and Personalized m-Health Applications According to the Patient's Diseases," *J. Med. Syst.*, vol. 39, no. 10, p. 132, Oct. 2015.
- [2] Washington, D. C. (n.d.). Resultados de la Tercera Encuesta Global de eSalud de la Organización Mundial de la Salud. Retrieved from www.paho.org
- [3] EB139/8 2. (n.d.). Retrieved from <http://www.who.int/goe/policies/en>
- [4] Organización Mundial de la Salud, & 51. Consejo Directivo. (2011). Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C, EUA. Retrieved from <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/28476/CD51-13-s.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [5] "Instalan Comité Nacional de Expedientes Clínicos | Ministerio de Salud de la República de Panamá." [Online]. Available: <http://www.minsa.gob.pa/noticia/instalan-comite-nacional-de-expedientes-clinicos>. [Accessed: 21-ABR-2019].
- [6] Top categories on Google Play | AppBrain. (n.d.). Retrieved June 4, 2019, from <https://www.appbrain.com/stats/android-market-app-categories>
- [7] Research2Guidance. (2017). mHealth App Economics 2017/2018. Current Status and Future Trends in Mobile Health, (November 2017), 1–25. Retrieved from <https://research2guidance.com/product/mhealth-economics-2017-current-status-and-future-trends-in-mobile-health/>
- [8] Research2Guidance. (2018). mHealth Developer Economics. Connectivity in Digital Health app publishing., (November), 1–17. Retrieved from <https://research2guidance.com/product/connectivity-in-digital-health/>
- [9] Rojas, D., Alburquerque, J., Bermejo, J., Blanco, Ó., Carnicero, J., Escolar, F., ... Quintana, F. (2012). Manual de Salud Electrónica. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3023/1/S2012060_es.pdf
- [10] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York, NY: 1990.
- [11] Digital, G. O. (n.d.). Decreto Ejecutivo No 1458 No 27160-A CONTENIDO. Retrieved from https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/27160_A/GacetaNo_27160_a_20121109.pdf
- [12] Sistema de Información de Salud (SIS) | Caja de Seguro Social. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from <http://www.css.gob.pa/sis/>
- [13] Sistema Electrónico de Información de Salud (SEIS) | Programa. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from <http://www.minsa.gob.pa/programa/sistema-electronico-de-informacion-de-salud-seis>
- [14] mHealth: una aproximación al análisis y la evaluación de Apps de salud - Fundación iSYS. (n.d.). Retrieved May 14, 2019, from <https://www.fundacionisys.org/es/blogs/profesional/profesional/313-analisis-y-evaluacion-de-iniciativas-de-mhealth>
- [15] La Evaluación Clínica de apps de salud. (n.d.). Retrieved June 7, 2019, from <https://ilarraya.com/web/la-evaluacion-clinica-de-apps-de-salud/>
- [16] Cybersecurity | FDA. (n.d.). Retrieved June 7, 2019, from <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health/cybersecurity>
- [17] Rodriguez De Sosa, D. G. (n.d.). Caja de Seguro Social Prevención y atención oportuna es salud. Retrieved from https://www.paho.org/pan/index.php?option=com_docman&view=download&alias=395-esalud-en-la-caja-de-seguro-social-dra-giselle-rodriguez-de-sosa-directora-nacional-del-sistema-de-informacion-de-salud-sis&category_slug=presentations&Itemid=224
- [18] xHIS and eSIAP Integrated Patient Management | DXC Technology. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from https://www.dxc.technology/healthcare/offerings/139495/139719-xhis_and_esiap_integrated_patient_management
- [19] CSC. (n.d.). xHIS AND eSIAP A SINGLE SOLUTION FOR HOLISTIC CARE DELIVERY. Retrieved from https://assets1.csc.com/health_services/downloads/CSC_xHIS_and_eSIAP.pdf
- [20] SNOMED - Home | SNOMED International. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from <http://www.snomed.org/>
- [21] ICD-10 Version:2010. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from <https://icd.who.int/browse10/2010/en>
- [22] Health Level Seven International - Homepage | HL7 International. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from <https://www.hl7.org/>
- [23] Villarreal, V., Nielsen, M., Samudio, M., Villarreal, V., Nielsen, M., & Samudio, M. (2018). Sensing and Storing the Blood Pressure Measure by Patients through A Platform and Mobile Devices †. *Sensors*, 18(6), 1805. <https://doi.org/10.3390/s18061805>
- [24] OAuth 2.0 — OAuth. (n.d.). Retrieved January 4, 2019, from <https://oauth.net/2/>

Modelo de evaluación de la madurez de las Tecnologías de Información y Comunicación, con base en el modelo de 8 pilares para la gestión, Costa Rica

Model for evaluating the maturity of Information Technology and Communication, based on the 8-pillar model for management, Costa Rica

Cynthia López Valerio ^{1*}

¹ Universidad Latina de Costa Rica, Facultad de Tecnologías de Información Comunicación, Costa Rica

*Autor de correspondencia: Cynthia.lopez@ulatina.cr

RESUMEN– La Gestión de las Tecnologías ha venido en una creciente evolución. Es un área que combina conocimientos de ingeniería, administración y ciencia, con el objetivo de planificar y desarrollar soluciones tecnológicas que contribuyan a los objetivos estratégicos de una empresa. Un modelo de madurez es un mapa que guía a la organización en la implementación de buenas prácticas, ofreciendo un punto de partida para una organización y les facilita el camino que las empresas deben seguir para desarrollar sus procesos internos y llevarlos a niveles más competitivos. El objetivo de este trabajo es que tomando como base los 8 pilares para la Gestión definidos por la autora en años anteriores, ahora se pueda mostrar la forma en como el modelo de madurez se establece y funciona de una manera adecuada para que las pequeñas y medianas empresas del país orientadas a trabajar en áreas de tecnología como su fuente primaria, puedan fortalecerse y ser catalizadoras en los procesos base de la organización. Primeramente, se realiza un diagnóstico inicial con una serie de preguntas segmentada por tipo de empresa y nivel de madurez, y luego se determina mediante una serie de cálculos matemáticos en qué posición se sitúa la empresa y cuál es su nivel de madurez. Complementariamente para avanzar a los siguientes niveles de madurez, se facilitan las acciones y herramientas requeridas para el fortalecimiento de sus procesos internos y facilitar la mejora continua.

Palabras clave– *Gestión de tecnologías, PYMES, modelo de madurez, 8 pilares, estrategia, procesos.*

ABSTRACT– The Management of Technologies has come in a growing evolution. It is an area that combines knowledge of engineering, administration and science, with the aim of planning and developing technological solutions that contribute to the strategic objectives of a company. A maturity model is a map that guides the organization in the implementation of good practices, offering a starting point for an organization and facilitating the path that companies must follow to develop their internal processes and take them to more competitive levels. The objective of this work is that based on the 8 pillars for Management defined by the author in previous years, now can be shown how the model of maturity is established and works in an appropriate manner so that small and medium Companies from the country oriented to work in technology areas as their primary source, can be strengthened and be catalysts in the base processes of the organization. First, an initial diagnosis is made with a series of questions segmented by type of company and level of maturity, and then determined by a series of mathematical calculations in which position the company is located and what is its level of maturity. Complementarily to advance to the next levels of maturity, the actions and tools required to strengthen their internal processes and facilitate continuous improvement are facilitated.

Keywords– *management, technologies, PYMES, maturity model, 8 pillars, strategy, processes.*

1. Introducción

El modelo de 8 pilares para la gestión de las Tecnologías surgió como una necesidad de apoyar a las empresas PYMES (Pequeñas y medianas empresas), que trabajan en Tecnologías de Información y Comunicación y lograr que éstas integren y alineen la parte estratégica de la organización con la parte técnica, donde pueda imperar el

uso eficiente de los recursos, su medición y control. Además, que estas empresas a través del modelo de madurez logren ser más eficientes en sus procesos y servicios y generen una ventaja competitiva, orientado a un enfoque de mejora. Estas empresas van escalando de nivel de acuerdo con sus acciones concretas mediante las herramientas que ofrece el modelo. Por otra parte, el

modelo de madurez que se ha definido se enfoca en como las empresas PYMES van a ir desarrollando sus procesos y servicios de acuerdo con el fortalecimiento que le den a los recursos internos y la forma en que estos se gestionan en la organización. Inicialmente hay una serie de preguntas que se establecen para que las empresas de acuerdo a su tamaño de empresa (micro, pequeña y mediana) puedan responder sobre su situación real con respecto a 8 pilares (Planeación Estratégica, Alineación, Gestión de Proyectos, Servicios, Procesos, Recursos, Roles y Responsabilidades, Seguridad y Continuidad de Negocio; posterior a ello el modelo de madurez los posiciona en un nivel que van del 0 al 5 y luego le facilita las actividades y herramientas que se requieren para poder escalar dentro de este modelo. En el presente artículo se presenta el Modelo de Madurez y se detalla la forma en como este funciona, tomando como premisa los 8 pilares para la gestión de las Tecnologías. A continuación, se presentan los antecedentes que dan origen al modelo, seguidamente se describen los aspectos técnicos y se abordan conceptos fundamentales para una mejor comprensión del trabajo. Se describe la propuesta de una plataforma digital para probar el funcionamiento del modelo. Luego se describe la metodología utilizada, se analizan los resultados alcanzados con el enfoque hacia las PYMES de tecnología en Costa Rica y se presentan las líneas de trabajo futuras.

2. Antecedentes que dan origen al modelo

La autora plantea el inicio del modelo en el año 2017 llamado Model of eight pillars of the Management of Information and Communication Technologies for SMEs companies in Costa Rica with a continuous improvement emphasis, CLEI 2017 según [8]. Este modelo de Gestión de Tecnologías contiene 3 perspectivas definidas: la estratégica, la operativa y el aseguramiento de la información, constituyendo enfoques específicos que de acuerdo con las mejores prácticas y el análisis de datos de las empresas que participaron, las perspectivas

Desde el pilar 1 Planificación estratégica, la cual ayuda a las organizaciones a estar alineadas con el negocio [1], la Gestión adecuada de Proyectos que organiza y planifica cómo hacer un uso adecuado de los recursos según la Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (Pmbook) [2], la administración de los servicios según ITIL v3 en su ciclo de vida [4], el establecimiento de los controles necesarios y requeridos para el gobierno y la gestión de TI según COBIT 5 [5], la Seguridad de la información que a través de controles establece como la

información debe ser manejada y controlada según la Norma ISO 27000 [6] hasta la Continuidad de Negocio que asegura a las organizaciones sus operaciones funcionales y sin interrupciones [7]. Todos estos elementos se transforman en cada pilar del modelo el cual mediante la gestión adecuada ayuda a que los procesos, servicios, recursos entre otros, logren ser más eficientes, mediante herramientas ágiles.

Cada perspectiva del modelo asegura que se pueda cubrir un área fundamental de la organización. La primera llamada perspectiva estratégica, agrupa la planeación estratégica, que exterioriza los objetivos de la empresa y los enfoca a cubrir toda la organización. La Alineación Estratégica asegura de encaminar los esfuerzos que realiza la línea estratégica con las tecnologías, logrando con ello un posicionamiento externo en el mercado empresarial y como tercer componente la definición de proyectos, que garantiza que las iniciativas de proyectos que surgen de la línea estratégica se materialicen y formen parte de los procesos más sustantivos de la organización.

El modelo de negocio contempla 8 componentes que definen desde cómo se tratarán a los clientes, incluyendo la relación con éstos y los canales por donde comunicarse con ellos, así como la propuesta de valor. Además, se determina el flujo de ingresos, los recursos y actividades claves, así como los partners. Cuando se definieron los 8 pilares enfocados para realizar la gestión adecuada de las Tecnologías solo se planteó tener un modelo de madurez sin embargo hasta ahora en el presente artículo se detalla cómo se desarrolla y funciona. El modelo de Madurez es la esencia donde se centra los 8 pilares, inicialmente se definieron los 5 niveles de madurez que se describirán más adelante, luego estos niveles se entremezclan con las variables de cada nivel y las herramientas que se establecen para cumplir los objetivos. Para ir escalando en el modelo se estableció un diagnóstico inicial que luego de responder una serie de preguntas evalúa las respuestas con base en un algoritmo y luego determina bajo una sumatoria los aspectos a completar para alcanzar el grado mínimo 1 siendo este el inicial luego de pasar por la base 0 el cual engloba el inicio para escalar dentro del modelo.

3. Aspectos teóricos

La gestión de las tecnologías de información y las Comunicaciones (TIC's), está enfocada principalmente en su organización, distribución, medición y mejora continua. Es importante mencionar que, según la escuela de

Organización Industrial, la Gestión de las TIC's agrega valor a las actividades operacionales y de gestión empresarial en general y permite a las empresas obtener ventajas competitivas, permanecer en el mercado y centrarse en su negocio. Las Tecnologías hacen referencia a la utilización de medios y sistemas informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información en las distintas unidades o departamentos de cualquier organización.

Aunque los marcos de referencia comúnmente utilizados en la actualidad como COBIT 5, ITIL v3, ISO 27000, ISO 22301 mencionados anteriormente y los de madurez que se abordaran más adelante en el documento como CMMI, modelo de Fisher, BPMMM entre otros, ayudan a regular y administrar los procesos de TI en las organizaciones; no especifican puntualmente cómo realizar una gestión adecuada de las Tecnologías y cómo tomar en consideración distintos elementos como los servicios, proyectos, seguridad y la continuidad y entremezclarlos entre sí para producir un marco de trabajo general que ofrezca las acciones concretas para su implementación y medición de acuerdo a la capacidad de los procesos en cuanto a la madurez de la empresa.

3.1 Qué es un modelo y un modelo de madurez?

Según Oriol Llauredó [10] un modelo es un mapa que guía a la organización en la implementación de buenas prácticas, ofreciendo un punto de partida. Describe un camino de mejoramiento evolutivo, desde los procesos inconsistentes hasta los más maduros de la organización. Permite evaluar el estado de desarrollo de una organización o proceso de negocio, trazar claramente estrategias de mejoras para alcanzar los objetivos previstos e identificar las áreas donde la organización debe enfocarse para mejorar. Los modelos de madurez constituyen una evolución de las prácticas para gestionar la calidad. Todos los niveles de madurez, exceptuando el inicial, contienen un grupo de áreas de procesos que indican donde la organización debe centrarse para mejorar sus procesos y lograr determinado nivel de madurez. Cada Área de Proceso (AP) contiene un grupo de objetivos que deben ser alcanzados por la organización para satisfacer esa área. También se establecen un grupo de mejores prácticas para el logro de estos objetivos. Las mejores prácticas indican lo que debe hacerse, pero no cómo se debe hacer. Por esta razón las organizaciones son libres de definir sus propios métodos y enfoques para satisfacer las metas y objetivos de cada AP. Los modelos de madurez fueron concebidos inicialmente para la industria del software y en la

actualidad, el área de aplicación es muy diversa. Entre los distintos modelos de madurez citados por Oriol Llauredó [10] se encuentran la Norma ISO, CMMI, BPMMM, BPMM del OMG, Modelo de Gartner y PEMM.

Según [11] la ISO es un conjunto de estándares internacionales para sistemas de calidad, diseñado para la gestión y aseguramiento de la calidad. Especifica los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto.

El estándar se basa en un conjunto de Principios de Gestión de la Calidad: Enfoque al cliente, Liderazgo, Implicación de todo el personal, Enfoque a procesos, Enfoque del sistema hacia la gestión, Mejora continua, Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones y Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores.

Por otro lado, el modelo CMMI constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia de mejora continua de los mismos. CMMI dirige su enfoque a la mejora de procesos en una organización, estudia los procesos de desarrollo y produce una evaluación de la madurez (indicador para medir la capacidad para construir un software de calidad) de la organización según una escala de cinco niveles (inicial, repetible, definido, dirigido y optimizado). Los modelos contienen los elementos esenciales de procesos efectivos para una o más disciplinas y describen el camino para evolucionar y mejorar desde procesos inmaduros a procesos disciplinados, maduros con calidad y eficiencia mejorada y probada.

El Modelo BPMMM según [12] es un modelo de madurez holístico para BPM de Rosemann y de Bruin. Este modelo de madurez permite describir cómo se encuentra la empresa desde la perspectiva de BPM. Presenta seis factores críticos para la implementación de BPM, que influyen en el nivel de madurez de la empresa: el enfoque estratégico, el control de los procesos, los métodos, la tecnología, las personas y la cultura de la organización. Este modelo presenta los niveles de madurez siguientes:

1. Iniciado.
2. Definido.
3. Predecible.
4. Gestionado.
5. Optimizado.

Los autores plantean que una empresa no tiene necesariamente que llegar al último nivel de madurez, pero los objetivos trazados deben ser

consecuentes con el nivel de madurez alcanzado. Sin embargo, es conveniente que los procesos de negocios hayan alcanzado al menos el tercer nivel para que se encuentren en correspondencia con las directrices de BPM. Lo descrito anteriormente es fundamental porque se considera como una forma de escalar e ir creciendo de acuerdo con los niveles de madurez.

Por último, el modelo de madurez de procesos de Gartner presenta seis fases de madurez en los que pueden ser evaluados los procesos según la situación de los factores claves de éxito 30. A medida que la organización avance a través de los niveles de madurez, los factores de éxito deben evolucionar consecuentemente. Los factores claves de éxito que se definen en este modelo son: el alineamiento estratégico, la cultura y liderazgo, las personas, la estructura organizativa, los métodos y las tecnologías de la información. Las fases de madurez son las siguientes: Fase 0. Reconocimiento de las ineficiencias operacionales.

Fase 1. Entendimiento de los procesos. Fase 2. Control y automatización del proceso. Fase 3. Control y automatización entre los procesos. Fase 4. Control y evaluación de la organización. Fase 5. Estructura empresarial ágil. Este modelo de madurez ofrece para cada fase el comportamiento de los factores de éxito, la forma en que se manifiesta la organización, las competencias necesarias y los desafíos potenciales para la implementación de BPM.

En la siguiente tabla según [10] se describe la descripción, la estructura, las herramientas de evaluación y el alcance de cada modelo indicado.

Tabla 1. Cuadro comparativo, modelos de madurez del mercado, [9]

Criterios	Norma ISO 9004	EMMI	Modelo de Fisher	BPHMM	BPMI del OMG	Modelo de Gartner
Descripción del modelo	Requisitos y 8 principios de calidad	AP, objetivos, prácticas y subprácticas	5 palabras de cambio y 5 estados de madurez	6 factores críticos y 5 niveles de madurez	30 AP, objetivos, prácticas y subprácticas	6 factores clave de éxito y 6 fases de madurez
Estructura	Simple	Compleja	Simple	Algun grado de complejidad	Compleja	Simple
Fácil de usar	SI	No	SI	No	No	SI
Procedimiento de aplicación	No existe	Disponible y complejo	No está disponible	No está disponible	No está disponible	No está disponible
Herramientas de evaluación	Modelo genérico que permite relacionar los elementos claves y apartados con los niveles de madurez	No están disponibles	Matriz general de evaluación	No están disponibles	No están disponibles	No están disponibles
Alcance de la evaluación	Organización	Organización	Organización	Organización	Organización	Organización
Campo de aplicación	Cualquier ámbito	Software	BPM	BPM	Cualquier ámbito	BPM

3.2 Qué es la mejora continua?

Según [3], uno de los aspectos medulares para la mejora de procesos y servicios, es la medición, análisis y mejora: aquí se sitúan los requisitos para los procesos que recopilan información, la analizan, y que actúan en consecuencia.

Según [9], a mejora continua emplea el enfoque a procesos, que incorpora el ciclo Planificar-Hacer Verificar-Actuar (PHVA).

El enfoque a procesos permite a una organización planificar sus procesos y sus interacciones. El ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

Los 8 pilares en este sentido se vinculan directamente con el modelo de madurez propuesto y se relacionan entre ellos y la mejora para lograr un ciclo continuo donde las empresas puedan ir evolucionando sus procesos de acuerdo con las herramientas planteadas y los formularios determinados.

4. Metodología utilizada

Según el alcance de la investigación se considera descriptiva ya que se realizó una caracterización de un grupo con el fin de establecer sus necesidades y comportamiento en las PYMES dedicadas a las Tecnologías, en especial las que están registradas en el Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Utilizando las empresas suscritas en Costa Rica que tienen su ubicación física en la GAM (Gran Área Metropolitana), con un tamaño de la población efectiva de 25 empresas. Se realizaron encuestas para validar las preguntas.

Para iniciar con el detalle de lo realizado se definió un flujo del funcionamiento del modelo de madurez basado en una serie de pasos que se pueden visualizar en la siguiente figura:



Figura 1. Flujo del modelo de madurez para los 8 pilares.

El flujo inicia con el Diagnóstico que se aplica a las PYMES. Ese diagnóstico se definió previamente con la muestra obtenida de las empresas PYMES en Tecnologías, se definieron las relaciones de los tres tipos de empresas PYMES en tecnología, (de acuerdo con su tamaño micro, pequeña, mediana), con respecto a los niveles de madurez establecidos (6) y luego la relación con cada uno de los 8 pilares.

Luego se establecen los criterios de acuerdo con las capacidades de recursos y procesos de las organizaciones, estos se clasifican en:

Deficiente: las capacidades son menores al mínimo requerido y no se tienen los recursos necesarios para cumplir lo indicado en las preguntas de cada pilar, esto indistintamente que se encuentre en un nivel de madurez 0 o superior. En cualquier podría presentar esta situación. Se asocia con un Nivel de madurez de 0.

Insuficiente: presenta algunos documentos sobre la validez del proceso, pero son insuficientes para cumplir los alcances indicados en cada pilar. Los recursos son escasos para lo que se requiere. Se asocia con niveles de madurez de 1

Aceptable: Se cuenta con los recursos básicos necesarios para cumplir con lo solicitado por cada pilar, normalmente responde a niveles de madurez de 2 y 3.

Completado: Tiene los recursos y capacidades necesarias para completar lo requerido por cada pilar. Se asocia con niveles de madurez de 4 y 5.

Luego como tercer punto se desarrollan las acciones necesarias que requiere cada pilar de acuerdo con el tamaño de la empresa, y la completitud de estas se someten a un escrutinio por un evaluador el cual las revisa y determina de acuerdo con la matriz de criterios, acciones y herramientas si cumple con lo necesario para escalar en el modelo, de lo contrario se le indica las actividades por hacer y se le correlacionan los formularios respectivos para su uso.

La utilización de herramientas consiste en el uso de los formularios establecidos que ayudan en el cumplimiento de los requisitos de cada pilar los cuales están definidos en las preguntas realizadas en el diagnóstico.

Para el estado final de madurez se realiza una sumatoria de las evaluaciones obtenidas en cada pilar y se establece un promedio, el cual de acuerdo con el valor se clasifica en los niveles y rangos definidos en la siguiente tabla:

Tabla 2. Niveles y rangos del modelo de madurez.

Optimizado 5	$0.81 < V \leq 0.99$
Controlado 4	$0.61 < V \leq 0.80$
Documentado 3	$0.40 < V \leq 0.60$
Definido 2	$0.21 < V \leq 0.40$
Incipiente 1	$0 < V \leq 0.20$
No existente 0	0

Madurez 0 (No existente): no se tiene conocimiento formal y ocasionalmente es caótico, no tiene procesos definidos y el éxito depende del esfuerzo de algunos individuos.

Madurez 1(Incipiente): se tiene noción de algunos conceptos importantes sobre el tema específico, se realizan procesos básicos de lo que se considera más importante.

Madurez 2(Definido): En este nivel se cuentan con procesos establecidos, y se definen algunos controles para darle seguimiento. Participan involucrados en las definiciones iniciales.

Madurez 3(Documentado): se tiene la documentación del proceso definida y actualizada, se le asigna un responsable para su actualización.

Madurez 4(Controlado): se definen los controles necesarios para dar seguimiento y control al proceso, se aplican un proceso de cambios formal y se documenta.

Madurez 5(Optimizado): El resultado de las herramientas de mejora aplicadas durante todo el proceso de madurez es clave para la mejora y optimización del proceso. Se maneja la documentación centralizada y comunicada a los interesados donde se actualiza cuando es requerido.

5. Análisis de resultados

La aplicación del modelo comienza con el diagnóstico inicial que se define de la siguiente forma.

Variables definidas:

Tres tipos de empresa, seis niveles de madurez, cinco preguntas para cada nivel de madurez, treinta preguntas en total para cada tipo de empresa, noventa preguntas en total para el diagnóstico.

El detalle de los pasos aplicados es el siguiente:

Paso #1: Se obtienen las 30 preguntas del diagnóstico dependiendo del tipo de empresa

Paso #2: Se realizan las 5 preguntas del nivel de madurez (iniciando por el nivel 0 hasta llegar al 5)

Paso #3: Se evalúan las reglas de calificación para determinar el avance, retroceso o estadía en el nivel de madurez.

Retrocede el nivel: calificación 50% o menos en el nivel de madurez. Es decir que si se responden las preguntas y la sumatoria de las respuestas es igual o menor al 50%.
 Mantiene el nivel: calificación entre 51% y 99% en el nivel de madurez.
 Avanza el nivel: calificación 100% en el nivel de madurez, es decir que hasta que todas las respuestas estén completadas y aprobadas por el evaluador no podrá avanzar al siguiente nivel.

Paso #4: Si la empresa dice que tiene todas las herramientas y actividades tiene que subirlas y ser revisadas por el evaluador para poder pasar de nivel. De lo contrario saldrá las actividades y herramientas que tienen que realizar.

Paso #5: Cuando el proceso finaliza se muestra el resultado del nivel de madurez de la empresa y el porcentaje obtenido en dicho nivel. Posterior a ello, de acuerdo con el nivel obtenido, por ejemplo 1, se sugieren las acciones a realizar para subir al próximo nivel, así como se indican las herramientas necesarias para que esto suceda. Para poder aplicar estas acciones se utilizan las guías técnicas metodológicas de cada pilar, y la documentación relacionada tales como: Procesos, procedimientos, guías, formularios.

Para determinar la funcionalidad del modelo se estableció una prueba piloto en una plataforma web, esta plataforma está en desarrollo y surgió como producto final del

desarrollo de esta investigación, a través de ella se puede visualizar la funcionalidad del modelo de madurez tal y como se muestra en las siguientes vistas:



Figura 2. Diagnósticos del modelo 8 pilares

Se muestra el diagnóstico del modelo en el Nivel 0. Estableciendo la escala de trabajo durante todo el proceso. De las opciones que se puede seleccionar para dar respuesta para la pregunta son:

- Deficiente: No cumple con el criterio
- Insuficiente: Hay algunos esfuerzos, pero son insuficientes,
- Aceptable: cumplimiento del criterio puede ser adecuado, pero no se ajusta a los requisitos.
- Satisfactorio:

Se ajusta a los requerimientos totalmente.

La diferencia de cualquier otro diagnóstico definido es que normalmente las respuestas están configuradas para SI o NO, pero este modelo determina las 4 opciones planteadas como parte del modelo de madurez, de forma tal que cada empresa de acuerdo con su capacidad, recursos y madurez en los procesos va realizando acciones con base en los insumos iniciales que tiene y luego va escalando dentro del modelo.



Figura 3. Escala de trabajo del diagnóstico del modelo 8 pilares

Para cuando el diagnóstico esté finalizado, la siguiente vista permite ver cuando se haya completado todas las preguntas de algún nivel en específico del modelo

comenzando en el inicial. En la opción de “Resumen 8 Pilares”, se puede visualizar el resumen de estadísticas, y el progreso que lleva la empresa dentro de la plataforma conforme va avanzando y completando las preguntas de los niveles, así como realizando las acciones pendientes por completar:



Figura 4. Resumen de estadísticas del diagnóstico del modelo 8 pilares

Para el uso de Actividades y Herramientas, en el menú principal se observa la opción llamada “Acciones por Pilar”. Se puede visualizar el listado de las acciones pendientes por realizar. Si estas ya fueron evaluadas, estarán a la espera de ser completadas, y van a aparecer una por una y se puede buscar por nombre del pilar para completar estas acciones.

ID Acción	Acción	Pilar	
366	Revisar si se conocen los posibles riesgos asociados a los procesos críticos.	Continuidad de Negocio	Completar
328	Realizar una valoración inicial de encadenamiento de iniciativas de proyectos.	Gestión de Proyectos	Completar
399	Gestionar los proyectos según las mejores prácticas establecidas en la guía técnica metodológica.	Gestión de Proyectos	Completar
341	Evaluar actividades relacionadas con la actualización de proyectos según las orientaciones de mejores prácticas manuales asociadas.	Gestión de Proyectos	Completar
340	Identificar los roles y responsabilidades que tienen las personas en los proyectos. Generalidades de la guía técnica.	Gestión de Proyectos	Completar

Figura 5. listado de acciones por realizar del diagnóstico del modelo 8 pilares

Para poder generar la acción correctamente, se debe ingresar una observación en caso de necesitar justificar dicha acción y poder adjuntar un archivo que haga evidencia de que esta acción este correcta para poder ser evaluada otra vez.



Figura 6. Acciones a completar del diagnóstico del modelo 8 pilares

El modelo de madurez de los 8 pilares para la gestión de las TIC's le ayuda a las empresas a cumplir con sus procesos de negocio y TI, y ofrece a partir de las herramientas automatizadas y formularios electrónicos, la trazabilidad adecuada para garantizarle la escalabilidad dentro del modelo y el fortalecimiento de la organización.

6. Conclusiones

El modelo de evaluación de la madurez con enfoque en los 8 pilares es una herramienta fundamental para darle consistencia al modelo, desde el diagnóstico que realizan las empresas en donde están distribuidas las preguntas según el tamaño de la empresa, facilita que la organización PYME pueda avanzar según la capacidad de sus recursos y su estructura. Las acciones y herramientas que facilitan a las empresas ir escalando le agrega valor a su negocio y les ayuda a tener los elementos básicos necesarios para gestionar sus tecnologías. Este modelo de madurez a diferencia de otros comúnmente conocidos en los ámbitos de desarrollo de software o proyectos ofrece a las empresas el cómo poder ir escalando en los distintos niveles y le ofrece las herramientas adecuadas para hacerlo.

7. Líneas de trabajo futuro

Se está trabajando en una plataforma consolidada donde las empresas PYMES puedan registrarse con su cuenta y usuario y así acceder a las guías técnicas, los cursos virtuales y a un conjunto de herramientas y sistemas automatizados de estructura Open Source (sin costo de licenciamiento), para que puedan trabajar específicamente temas como: Proyectos, CRM (Customer

Relationship), Mesa de Servicio, Servidor documental y flujos de trabajo; entre otros.

También se realizará el diagnóstico de conocimientos sobre diferentes temáticas a las empresas, las cuales conllevan a la activación de un catálogo de cursos bimensuales alineados a la estructura de los 8 pilares. (Ejemplo: Planeación Estratégica, Riesgos, Diseño de Procesos, Gestión de Servicios, entre otros). Estos cursos serán desarrollados por la autora y coordinados por la Facultad de Tecnologías de Información y Comunicación.

8. Referencias Bibliográficas

- [1] Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan, J. William Pfeiffer. Planeación Estratégica Aplicada. Santa Fe, Bogotá: Mc Graw Hill Interamericana. 1998.
- [2] Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos, Pmbok. Project Management Institute, Inc.
- [3] Quinta Edición. 2013.
- [4] Acuña, Jorge, Mejoramiento de la Calidad, un enfoque a los servicios. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica
- [5] Bon, J. Voon., Guía de Gestión, Estrategia del Servicio basado en ITIL V3. Holanda: Van Haren Publishing (VHP).
- [6] Asociación de Auditoría y Control de Sistemas de Información, ISACA. página 191 para la posición de gerencia de seguridad de la información. Estados Unidos. 2008.
- [7] Instituto de Normas Técnicas Costa Rica, Norma ISO 27001. Tecnología de la información — Técnicas de seguridad. Norma ISO 27002. Sistema de Gestión de Seguridad de la Información. 2014.
- [8] Norma ISO 22301. Instituto de Normas Técnicas Costa Rica, 2015. [9] ISO 9001-2015. Traducción oficial español. Ginebra, Suiza. 2015.
- [9] López Cynthia. (2017), Model of eight pillars of the Management of Information and Communication Technologies for SMEs companies in Costa Rica with a continuous improvement emphasis, CLEI 2017, Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad.
- [10] De la Villa, M., Ruiz, M., & Ramos, I. (2004). Modelos de evaluación y mejora de procesos: Análisis comparativo. In 5th ADIS Workshop (Apoyo a la Decisión en Ingeniería del Software), Málaga, España.
- [11] Pérez-Mergarejo, E., Pérez-Vergara, I., & Rodríguez-Ruiz, Y. (2014). Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 184-198.
- [12] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021.
- [13] Ferreira-Herrera, D. C. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos. *Cooperativismo y Desarrollo*, 23(107), doi /10.16925/co.v23i107.1252
- [14] La escala de Likert y como utilizarla. <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>. Recuperado el 16 de marzo del 2019.
- [15] Instituto de Normas Técnicas Costa Rica. Norma INTE-ISO 9001-2015.
- [16] López Valerio, C. (2019). Gestión de las tecnologías en Costa Rica. *Revista Prisma Tecnológico*, 10(1), 37-43. <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2172>

Sistema de aprendizaje de Lengua de Señas Panameña (LSP) a través de un brazo robótico articulado con reconocimiento de gestos

Panamanian Sign Language (PSL) Learning System, using an articulated robotic arm with gesture recognition

Alexandra Flores^{1*}, Emilio González¹, Norman Valenzuela¹, José Zhang Pan¹, Vladimir Villarreal¹, Lilia Muñoz¹

¹ Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergente, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: alexandra.flores@utp.ac.pa

RESUMEN– Actualmente la comunidad de sordos en Panamá afronta dificultades en el contexto educativo y profesional, así como en la integración a la sociedad, principalmente por la carencia de herramientas y facilidades en el entorno. Estas dificultades se presentan principalmente debido a la falta de conocimiento del lenguaje de señas por parte de la población oyente. En este sentido, es muy común la discriminación y la falta de apoyo hacia los sordos. En este artículo se presentan los resultados parciales de un proyecto que busca llevar la enseñanza de este lenguaje a la mayoría de oyentes de una forma diferente, mediante el uso de una mano robótica, que permita al resto de la población entender este lenguaje para así poder comunicarse e incluir a los sordos en la sociedad.

Palabras clave– Lengua de señas panameñas, brazo robótico, inteligencia artificial, aprendizaje, reconocimiento de gestos.

ABSTRACT– Nowadays, the deaf community in Panama faces difficulties in the educational and professional environments, as well as in the integration to society, mainly due to the lack of tools and facilities in the environment. These difficulties are mainly due to the lack of knowledge of sign language by the population that can hear. In this sense, discrimination and lack of support for the deaf are very common. This article presents the partial results of a project that seeks to spread the teaching of this language to the majority of the hearing people in a different way, through the use of a robotic hand, which allows the rest of the population to understand this language in order to be able to communicate and include deaf people in society.

Keywords– Panamanian sign language, robotic arm, artificial intelligence, elementary education.

1. Introducción

La discapacidad auditiva se define como la dificultad que presentan algunas personas para participar en actividades propias de la vida cotidiana, que surge como consecuencia de una dificultad específica para percibir a través de la audición los sonidos del ambiente y, dependiendo del grado de pérdida auditiva, los sonidos del lenguaje oral, y las barreras presentes en el contexto en el que se desenvuelve la persona [1].

Según la Secretaria Nacional de Discapacidad (SENADIS), en 2006 habitaban en Panamá, 360, 329 personas discapacitadas, de las cuales el 12.7% (78,559) eran personas con discapacidad auditiva; en 2018, la Asociación de Sordos de Panamá (ANSPA), estimó que actualmente, esta cifra podría rondar entre 140,000 personas¹.

Para este grupo de personas, es indispensable aprender lenguaje de señas, un lenguaje natural de expresión gesto-espacial y de percepción visual, por la cual las personas sordas pueden establecer un canal de comunicación con su entorno social, con otros individuos sordos o por oyentes que conozcan la lengua de señas empleada.

En el caso de Panamá, La Lengua de Señas Panameña (LSP) fue reconocida oficialmente mediante la Ley No. 1 del 31 de enero de 1992 [2], como lenguaje natural de los sordos del país, aunque existen lenguas regionales, como la Lengua de Señas Chiricanas, practicada a lo largo de la provincia de Chiriquí [3]. A pesar del establecimiento de la LSP, en 2006, estimaba que solo cerca de 6000 usuarios que dominaban el lenguaje, sin incluir a los intérpretes y oyentes.

¹ <http://www.senadis.gob.pa/>

En la búsqueda de dar solución a esta problemática se plantea el desarrollo de este proyecto que consiste en el desarrollo de un sistema de aprendizaje de lengua de señas a través de un brazo robótico articulado por reconocimientos de gestos.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: en la segunda sección se describe el problema, así como algunos antecedentes. La tercera sección describe los métodos y materiales empleados para el desarrollo del proyecto. La sección cuatro describe los resultados obtenidos. Finalmente en la sección cinco se plantean algunas conclusiones obtenidas.

2. Planteamiento del problema

La legislación panameña, mediante los artículos 21 y 22 de la Ley No. 15 del 31 de mayo de 2016 [4] garantiza el acceso de los estudiantes con discapacidad a las escuelas y universidades panameñas, con adecuaciones curriculares, sin discriminación alguna. Sin embargo, en el caso de los estudiantes sordos, por ejemplo, no existe un servicio adecuado de interpretación en las aulas de clase. La carencia de intérpretes (tan solo 15 certificados) [5] es una de las causas de esta problemática, aunque actualmente están disponibles algunas clases de lenguajes de señas orientadas a oyentes, ofrecidas por organizaciones religiosas y algunas universidades; hay en menor cantidad, cursos dictados por las asociaciones de sordos. En contraste a esto, muchos seminarios de LSP, son dictados por oyentes e intérpretes no certificados[6].

Esta es una situación que causa controversia, pues muchos miembros de estas asociaciones no conciertan con clases de Lenguaje de Señas para oyentes; una problemática internacional, que se relaciona con “la identidad sorda” producto de una cultura cerrada, y que crea rechazo, falta de empatía y una población oyente que ignora las dificultades de los sordos en ciudades poco inclusivas.

En la figura 1 se presenta un árbol del problema generado a partir del escaso conocimiento de la Lengua de Señas Panameñas por parte de la comunidad oyente.

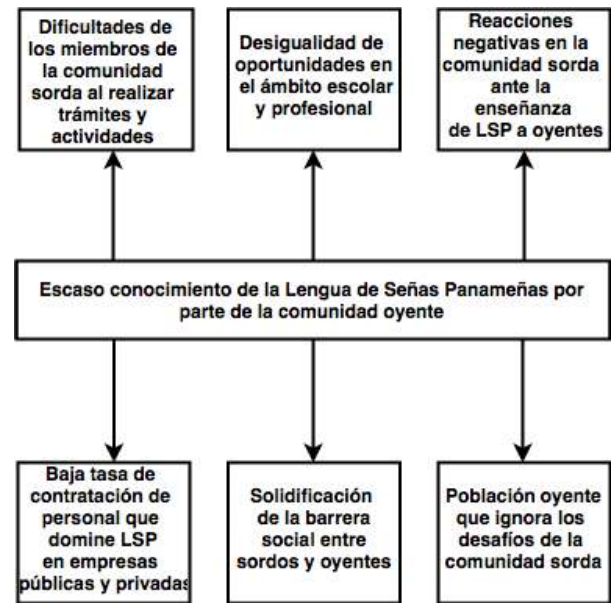


Figura 1. Árbol del problema. Fuente: Los Autores.

2.1 Antecedentes

A nivel internacional son diversas las investigaciones en el área de la inclusión para sordos. Entre los más relevantes se puede mencionar “Tecnología Interactiva para Apoyar la Educación de Niños con Problemas de Audición” [7]. En la misma, se presenta un modelo basado en “diseño y simulación” de gestos, para apoyar la educación de niños con problemas de audición. Este busca llamar la atención del niño sordo y controlar su aprendizaje de acuerdo a actividades individuales. A la vez, se propone un framework IGT (tecnología interactiva basada en gestos) para la interacción con una mano robótica humanoide, a manera de juego, con un sistema de recompensas por respuestas correctas. Este señalan la importancia de la introducción de deletreo de señas durante los primeros dos años de vida.

Otra de las investigaciones pertinentes es “Diseño y Realización de un Robot Humanoide Educador de Lenguaje de Señas” [8]. Este proyecto introduce a RASA (Robot Assistant for Social Aims), un robot humanoide de torso superior, diseñado principalmente para enseñar el Lenguaje de Signos Persa (PSL) a niños con discapacidades auditivas. RASA se caracteriza por tres características que son difíciles de encontrar al mismo tiempo en los robots ayudantes para el aprendizaje de lengua de señas en la actualidad [9]: sus diestros sistemas de brazo, torso y rostro que permiten una apta comunicación mediante lengua de señas; el bajo costo de desarrollo, y su fácil mantenimiento. Los

autores destacan que RASA aún debe probar su utilidad en un entorno de interacción niño-robot, debido a que a la fecha no se han realizado pruebas de efectividad de RASA como un tutor de lengua de señas en centros de aprendizaje para niños con discapacidad auditiva.

A la vez, en la investigación “Desarrollo de manos robóticas de señas, para ejecución de lenguaje de señas malayo (LSM) avanzado” [10], los autores presentan el desarrollo de una mano robótica humanoide impresa en 3D, que puede realizar el Lenguaje de Signos Malayo (MSL). El estudio se considera uno de los primeros intentos de facilitar los medios de comunicación entre la comunidad general y las personas con discapacidad auditiva en Malasia. Este robot puede ejecutar señas con dos manos.

3. Métodos y materiales

3.1 Objetivo de la investigación

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un sistema de mano robótica, que pueda reconocer las señas de la LSP para evaluar el desempeño de la persona que los ejecuta, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Diagrama de funcionamiento de la mano. Fuente: Los Autores.

La mano robótica puede reconocer comandos de voz para la ejecución de las señas de LSP e instar a la persona a imitarla. La persona, imita entonces la seña del alfabeto que está siendo representada. La cámara del sistema, ubicada directamente frente a las manos del sujeto, capta la seña, que es enviada al Raspberri Pi para ser analizada.

Si la seña fue realizada de manera errónea, una luz roja se encenderá, a la vez que esta es demostrada por la mano nuevamente. La seña deberá ser repetida. En caso de que la seña fuese ejecutada correctamente, la luz que se mostrará será verde, y la persona podrá pedir que la mano continúe con el resto del alfabeto de señas.

3.2 Materiales

Los materiales utilizados para este proyeco se detallan a continuación:

- Raspberry Pi 3
- Adafruit Servo Hat
- 5 servomotores MG996R
- Raspberry Pi Camera V2
- Cables extensión servos
- Impresión 3D de mano robótica
- Ligas de caucho
- Hilo de nylon
- Software (desarrollado en el lenguaje de programación Python, utilizando la librería OpenCV)

Por su parte, en las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente, se muestran las especificaciones referentes al Raspberry Pi 3 Modelo B, el Servo Hat, los servomotores la cámara del Raspberry Pi y el software a utilizar.

Tabla 1. Especificaciones referentes al Raspberry Pi 3 Modelo B.

Raspberry Pi 3 Modelo B	
Características	Descripción
SoC	Broadcom BCM2837
CPU	4× Cortex-A53 1.2 GHz
RAM	1GB LPDDR2 (900 MHz)
Puertos	HDMI, 3.5mm análogo audio-video jack, 4× USB 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface
Redes	10/100 Ethernet, 2.4GHz 802.11n inalámbrico

Tabla 2. Especificaciones referentes al Adafruit 16-Channel PWM / Servo HAT para Raspberry Pi.

Adafruit 16-Channel PWM / Servo HAT para Raspberry Pi	
Características	Descripción
Peso	14g
Dimensiones	65mm x 56mm x 13mm
Fuente de alimentación	VCC, conector DC 2.1mm, bloque de terminales
Voltaje de funcionamiento	3.3V a 6V
Corriente de ejecución	500mA - 100 mA (5V)

Tabla 3. Especificaciones referentes a los Servomotores MG996R.

Servomotor MG996R	
Características	Descripción
Peso	55g
Dimensiones	40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
Velocidad de operación	0.17 s / 60° (4.8 V), 0.14 s / 60° (6 V)
Voltaje de funcionamiento	4.8 V a 7.2 V
Corriente de ejecución	500mA - 900 mA (6V)

Tabla 4. Especificaciones referentes al Módulo de Cámara V2 para Raspberry Pi 3.

Módulo de Cámara V2 para Raspberry Pi 3	
Características	Descripción
Sensor	Sony IMX219
Resolución	8 megapíxeles
Modos de video	1080p30, 720p60 y 640 × 480p60/90
Resolución del sensor	3280 × 2464 píxeles
Área de imagen del sensor	3.68 x 2.76 mm (4.6 mm diagonal)

Tabla 5. Especificaciones referentes al software a utilizar.

Características	Descripción
OpenCV	Es una biblioteca libre de visión artificial que contiene más de 500 funciones, como reconocimiento de objetos, calibración de cámaras y visión robótica.
Raspbian Stretch	Es una distribución del sistema operativo GNU/Linux basado en Debian para Raspberry Pi, siendo la versión Stretch la más reciente.
Python	Es lenguaje de programación orientado a objetos. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma.

3.3 Propuesta de Desarrollo

El desarrollo de este proyecto puede ser fragmentado en dos partes:

1. Diseño y desarrollo de mano robótica.
2. Implementación de algoritmos de Visión Artificial para el reconocimiento de señas.

3.3.1 Diseño y desarrollo de mano robótica

Durante la primera fase, es necesario considerar un diseño del brazo, los materiales de los que estará compuesto, y cómo actuará. Con base en estas premisas, se propone la utilización de materiales livianos, como plástico, para no intervenir con el uso de los 5 servomotores, que fueron escogidos por su bajo costo, modularidad, así como por la sencillez de su programación; dado este escenario, la mejor alternativa es la impresión 3D de una mano robótica. La misma deberá ser articulada.

3.3.2 Implementación de algoritmos de Visión Artificial para el reconocimiento de señas

La segunda fase requiere considerar cómo se implementará el reconocimiento de las señas. Esto implica el uso de un dataset de Lenguaje de Señas Panameño. Dado que el modelo de Lengua de Señas Americana (EU), es similar al de LSP, se utilizará uno disponible y se adaptará a las necesidades. A partir de

un modelo pre-entrenado de Red Neuronal Convolutiva, es posible predecir si una seña fue realizada correctamente.

Se toma en cuenta un modelo de Red Neuronal Convolutiva por su versatilidad y capacidad de predicción a partir de amplios datasets. Combinado con imágenes procesadas en tiempo real, resulta conveniente implementar un modelo de este tipo, a pesar de que es efectivo sobre señas fijas o estáticas.

3.4 Diseño

Una de las principales características con las que debe contar el modelo escogido, son las articulaciones de los dedos. Estas permitirán la ejecución de señas, y concentrarán la tensión del hilo de nylon en un punto para cada dedo.

Teniendo esto presente, dos modelos fueron considerados como se muestra en las figuras 3 y 4 respectivamente:

- a) HandBot



Figura 3. Modelo 1: Mano articulada de nylon y acrílico. Fuente: Deeplocal.

- b) FlexyHand



Figura 4. Modelo 2: Mano articulada en 3D. Fuente: Gyrobot UK.

A partir de estos modelos, se propone el siguiente modelo, como se aprecia en la figura 5:

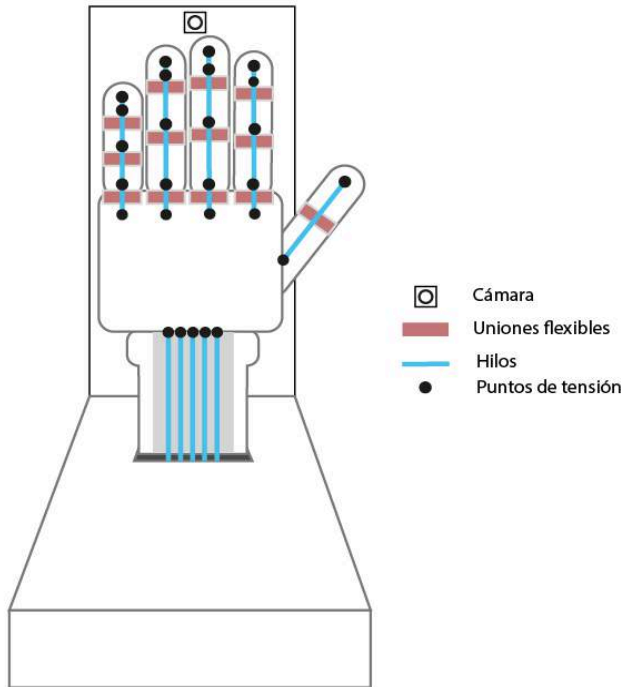


Figura 5. Modelo para el desarrollo del proyecto. Fuente: Los Autores.

En el modelo planteado, se presenta una mano empotrada en una base que contiene el Raspberry Pi y los cinco servos (para cada punto de tensión), mientras que la mano articulada se encuentra unida mediante un antebrazo a la base. Los puntos rojos representan las uniones flexibles, y en azul se aprecian los hilos, que se pasan a través de los puntos de tensión.

Cabe destacar que este diseño combina características de ambas manos mencionadas anteriormente, pero incorpora una cámara a sobre el nivel de la mano para mejorar la captación de las señas; además, su estructura de plástico PLA es durable y de bajo costo.

3.5 Visión artificial, Redes Neuronales Convolucionales y la robótica

Algunos conceptos a tener en cuenta para el desarrollo de este proyecto:

La visión artificial es un campo de la ciencia que busca adquirir modelos computacionales y construir sistemas autónomos capaces de realizar tareas similares a la visión humana. En esta investigación se plantea el

uso de la visión artificial para capturar gestos en tiempo real.

Una red neuronal convolucional (ConvNet / CNN) es un algoritmo de aprendizaje profundo que puede tomar una imagen de entrada, asignar su importancia (mediante pesos y tendencias) a varios aspectos y objetos en la imagen para luego poder diferenciarlos unos de otros. Al utilizar un modelo entrenado de red neuronal convolucional, se puede predecir si una seña ha sido ejecutada correctamente.

La robótica es una rama interdisciplinaria de la ciencia e ingeniería que se enfoca en el diseño, elaboración y operación de robots, así como los sistemas computarizados para su control, captura sensorial y el procesamiento de la información. El sistema físico que se ha de utilizar para este proyecto es un sistema robótico.

4. Resultados y Discusión

En la primera parte del desarrollo del proyecto, se encontraron ciertas dificultades, específicamente, durante la etapa de ensamblado de la mano 3D.

Inicialmente, se imprimieron un total de 15 piezas rígidas y 14 piezas flexibles (uniones de las piezas rígidas, impresas en material Filaflex). A pesar de que las piezas impresas en Filaflex probaron ser flexibles, las mismas tenían a su vez bastante resistencia a ser dobladas; para cada dedo, un servomotor podría haber logrado doblar una de las uniones, pero no las tres necesarias para lograr el rango de movilidad deseado.

A partir de esta problemática, se decide cambiar las uniones, por un material aún más flexible y elástico. Una de las opciones era crear un molde para silicón, con las uniones actuales, aunque esta opción hubiese consumido más tiempo y recursos (por el proceso de creación del molde, para posteriormente, utilizar silicón para crear las uniones).

De aquí, se optó por utilizar ligas de silicón, para simular estas uniones, aunque al final, se ensambló la mano con ligas de caucho, de aproximadamente 1 cm de ancho y 0.25 cm de espesor.

En la figura 6 se muestra parte del proceso de ensamblado de la mano, primero se armaron los dedos, luego se unieron los dedos a la mano, y al final se pasó el hilo de nylon por los puntos de flexión.



Figura 6. Ensamblado de la mano. Fuente: Los Autores

El cambio del material de las uniones permitió obtener una mano flexible, que volviera a su posición original, como la que se muestra en la figura 7.



Figura 7. Mano ensamblada. Fuente: Los Autores

Es importante mencionar algunas limitantes de este modelo 3D: es necesario notar que señas como la de la letra M, N y P, no pueden ser realizadas con este modelo, debido a la morfología del pulgar. Para estas señas, el pulgar no solo se dobla entre las falanges próximas y distal, sino que actúa como un pivote. Para corregir esto, es necesario adicionar dicho pivote.

Una mejora significativa de esta investigación radica en el perfeccionamiento del diseño de la mano.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En esta investigación en proceso, se ha podido ensamblar una mano robótica articulada, con alto grado de flexibilidad, a partir de un modelo 3D, es importante mencionar que es un dispositivo de bajo costo.

No hay duda de que el desarrollo e implementación de este sistema puede generar resultados positivos en la población.

Como trabajo futuro se realizarán las pruebas que permitan el reconocimiento de señas.

REFERENCIAS

- [1] P. Godoy. Guías de apoyo técnico-pedagógico: necesidades educativas especiales en el nivel de Educación Parvularia. Recuperado de <http://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/GuiaAuditiva.pdf>
- [2] ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ, *Por la cual se protege a las personas discapacitadas auditivas, se modifican los artículos 19 y 20 de la ley no° 53 de 30 de noviembre de 1951 y se adoptan otras medidas.* Panamá: Asamblea Legislativa, 1992, p. 7.
- [3] A. Oviedo, “Panamá, atlas sordo,” Deaf-Atlas, 2015.
- [4] Gobierno de la República de Panamá, *Gaceta Oficial Digital*, vol. 28046-B. Panamá: Asamblea Nacional, 2016, pp. 1–34.
- [5] I. González, “Primer Informe al Comité de los Derechos de la Personas con Discapacidad,” Ginebra, 2017.
- [6] R. Simmons, “Las barreras que limitan a las personas sordas,” *La Prensa*, Panamá, 2018.
- [7] A. Krastev, A. Lekova, M. Dimitrova, and I. Chavdarov, “An interactive technology to support education of children with hearing problems An Interactive Technology to Support Education of Children with Hearing Problems,” Junio 2014.
- [8] A. Meghdari, M. Alemi, M. Zaki pour, and S. Amir, “Design and Realization of a Sign Language Educational Humanoid Robot Design and Realization of a Sign Language Educational Humanoid Robot,” Mayo, 2018.
- [9] R. E. Johnson and S. K. Liddell, “Toward a Phonetic Representation of Signs: Sequentiality and Contrast,” *Sign Lang. Stud.*, vol. 11, no. 2, pp. 241–274, 2010.
- [10] R. Ali, A. Khulaidi, R. Akmeliawati, and N. Z. Azlan, “Development of robotic hands of signbot , advanced Malaysian sign-language performing robot Development of robotic hands of signbot , advanced Malaysian sign-language performing robot,” Marzo 2018.

APP como estrategia de prevención de enfermedades osteomusculares en estudiantes universitarios

APP as a strategy to prevent osteomuscular diseases in university students

Geyni Arias Vargas¹, Irlesa Indira Sánchez Medina², María José Sánchez Salazar³, Vicky Yulithza Palencia Narváez⁴ Santiago Yunda Rivera⁵

^{1,3,4} Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA - Colombia

^{2,5} Universidad Cooperativa de Colombia – Campus Neiva – Colombia

*Autor de correspondencia: geyni.arias@corhuila.edu.co, Irlesa.Sanchez@campusucc.edu.co

RESUMEN– Las instituciones deben cumplir con normatividad de riesgos laborales asociados al puesto de trabajo para obtener diagnósticos de salud que permitan dar tratamiento preventivo y correctivo de enfermedades laborales. El presente artículo es un aporte sobre la prevención de enfermedades osteomusculares, desarrollado desde la academia con el objetivo de diseñar una propuesta de prevención de enfermedades osteomusculares para estudiantes de la facultad de ingeniería de la Corporación Universitaria del Huila CORHUILA. El estudio presenta resultados entre estos, sintomatología que puede en mediano y largo plazo desencadenar enfermedades osteomusculares, situación que afectaría la productividad a nivel académico y laboral. Como propuesta final se tiene previsto el diseño de un app de fácil acceso para adultos jóvenes, que será instalada en dispositivos móviles con una serie de requerimientos adicionales para adquirir conciencia de una buena salud integral.

Palabras clave– Riesgos, ergonomía, enfermedades, prevención y apps.

ABSTRACT– Institutions must comply with regulations on occupational risks associated with the workplace in order to obtain health diagnoses that allow preventive and corrective treatment of occupational diseases. The present article is a contribution on the prevention of musculoskeletal diseases, developed from the academy with the aim of designing a proposal for the prevention of musculoskeletal diseases for students of the faculty of engineering of the University Corporation of Huila CORHUILA. The study presents results among these, symptomatology that can trigger, in the medium and long term, musculoskeletal diseases, a situation that would affect productivity at the academic and labor levels. As a final proposal we have provided the design of an easily accessible apps for young adults, which will be installed on mobile devices with a series of additional requirements to acquire awareness of good overall health.

Keywords– Risks, ergonomics, diseases, prevention and apps

1. Introducción

Las empresas u organizaciones independientemente de su actividad económica o misión institucional deben cumplir con normatividad referente a los riesgos laborales asociados al puesto de trabajo con el fin de determinar qué factores son inherentes a los resultados obtenidos en los diagnósticos de salud. Actualmente existen estadísticas que muestran como los trabajadores se ven afectados por enfermedades que impactan negativamente principalmente su salud y el rendimiento a partir de una baja productividad.

Según Fasecolda, a la fecha en Colombia se tienen 813.292 empresas afiliadas, 10.771.314 trabajadores afiliados, 205.411 accidentes calificados y 3.211 enfermedades laborales calificadas. De los cuales 4.177 son accidentes y 87 enfermedades laborales del sector

educativo. [1]. De acuerdo con el artículo de reflexión sobre los DME- Desórdenes Músculo Esqueléticos, estos pueden afectar las extremidades superiores y las inferiores, y está demostrado que tienen una estrecha relación con el trabajo, en la cual se citan causas como: la manipulación de cargas, las malas posturas y los movimientos forzados, los movimientos repetitivos, los movimientos manuales enérgicos, la presión mecánica directa sobre los tejidos corporales, las vibraciones o los entornos de trabajo a baja temperatura. [2]. Una de las estrategias de prevención de riesgos laborales, especialmente en lo referente a enfermedades osteomusculares como la epicondilitis, síndrome de túnel carpiano, manguito rotador, síndrome de quervain, enfermedades dorsolumbares, entre otras, se tienen los SVE entendiéndose como la “recolección sistemática y

permanente de datos esenciales de salud, su análisis y su interpretación para la planeación, implementación y evaluación de estrategias de prevención” (SURA, 2019), los cuales son prioridad para este estudio, el cual pretendió dar un aporte sobre la prevención de enfermedades osteomusculares, desde la academia a la Seguridad y Salud en el Trabajo - SST y por ende al programa de ingeniería industrial, de donde se origina este trabajo. Así mismo el objetivo principal del estudio radicó en el diseñar una propuesta de prevención de enfermedades osteomusculares como parte del Programa de Vigilancia Epidemiológica osteomuscular para los estudiantes de la facultad de ingeniería de la Corporación Universitaria del Huila “CORHUILA.

2. Justificación

En los últimos años se ha logrado un avance en el desarrollo de la normatividad referente a los riesgos laborales, aunque existe un cumplimiento documental obligado por las normas, algunas empresas siguen sin incluir en su sistema de prevención, los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.

Según el reporte de FASECOLDA, mencionado anteriormente, existen datos que muestran que en la actualidad las empresas aunque están cumpliendo con la legislación vigente integrando de manera efectiva la prevención, deficiente rigurosidad en prevención y proactividad en seguridad y salud en el trabajo.

Con base en esta información se ha querido realizar un aporte frente a la proactividad en seguridad y salud en el trabajo, diseñando una propuesta de prevención que permita a los estudiantes generar una cultura proactiva para evitar enfermedades que afectan el sistema osteomuscular. Esta propuesta va encaminada a poder detectar de forma temprana la sintomatología y riesgos causados por factores que pueden influir en la salud del personal estudiantil y cuáles pueden ser las intervenciones que se tendrían que aplicar para su prevención.

3. Bases teóricas

La ergonomía se define como la “Disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema; profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño, con el objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema. [3]

Aunado a lo anterior se puede inferir que existen tres tipos de ergonomía, como son la ergonomía física que es la que se encarga de las características antropométricas (medidas que muestran las dimensiones del cuerpo humano), biológicas y fisiológicas del ser humano que se relaciona con la actividad que realiza a diario. Generalmente se encarga de la postura, movimientos, manipulación de los materiales utilizados en el trabajo y la organización del lugar del trabajo, también existe la ergonomía cognitiva, la cual se encarga del proceso como la percepción, la memoria, toma de decisiones, estrés, entre otros factores que afectan la relación entre personas y todos los elementos del entorno. Por último encontramos la ergonomía organizacional que como su nombre lo indica se encarga de la optimización de sistemas, políticas y procesos, en el diseño de equipos de trabajo, tiempo, trabajo cooperativo, desarrollo cultural, entre otros. [4].

Biomecánica: “Es la disciplina dedicada al estudio del cuerpo humano, considerado éste como una estructura que funciona según las leyes mecánicas de Newton y las Leyes de la Biología. El objetivo principal de la biomecánica es estudiar la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento.” Tomado de: [5]

La carga física: “Se refiere a un trabajo que implica un esfuerzo muscular y comprende todo el conjunto de actividades físicas a los que se somete el trabajador durante su jornada laboral, lo cual implica un riesgo permanente, siendo algunas de las actividades más comunes: esfuerzos físicos, postura de trabajo y manipulación manual de cargas. Este tipo de actividad requiere un gran consumo de energía y se da un incremento del ritmo respiratorio, llegando rápidamente la fatiga”. Tomado de: [6]

Trastornos músculo esqueléticos: “Los trastornos músculo esqueléticos (TME) relacionados con el trabajo son el problema de salud más común en España y en Europa. Aunque pueden afectar a cualquier parte del cuerpo, los más frecuentes se localizan en la espalda, el cuello y las extremidades superiores. Las causas son múltiples, desde factores físicos, hasta factores organizativos y psicosociales, aunque son los factores físicos o biomecánicos los mejor descritos”. Tomado de: [7]

Enfermedad laboral: Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el

que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacional será reconocida como enfermedad laboral, conforme a lo establecido en las normas legales vigentes.” Tomado de: [8]

Factor de riesgo: “Un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. Entre los factores de riesgo más importantes cabe citar la insuficiencia ponderal, las prácticas sexuales de riesgo, la hipertensión, el consumo de tabaco y alcohol, el agua insalubre, las deficiencias del saneamiento y la falta de higiene”. Tomado de: [9]

Peligro: “Es una fuente o situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al ambiente de trabajo o una combinación de estos.” Tomado de: [10]

Intervención: En su uso más general y amplio, intervención implica la acción y efecto de intervenir algo, una situación, una oficina, un estado, entre otros. Normalmente este sentido se emplea para dar cuenta de la interposición de una autoridad en algún área o institución que demanda por fuerza mayor un orden, que se ha perdido por alguna situación extraordinaria. Tomado de: [11]

Postura: La posición relativa de los segmentos corporales y no, meramente, si se trabaja de pie o sentado. Las posturas de trabajo son uno de los factores asociados a los trastornos músculo esqueléticos, cuya aparición depende de varios aspectos: en primer lugar, de lo forzada que sea la postura, pero también, del tiempo que se mantenga de modo continuado, de la frecuencia con que ello se haga, o de la duración de la exposición a posturas similares a lo largo de la jornada.” Tomado de: [12]

Vigilancia médica epidemiológica: Recolección sistemática y permanente de datos esenciales de salud, su análisis y su interpretación para la planeación, implementación y evaluación de estrategias de prevención”. Tomado de: [13]

Ergonomía preventiva: “es la que actúa en la fase de concepción de un proceso productivo, puesto de trabajo o un producto, donde es necesario definir todos

aquellos factores que tienen que ver con el control de los riesgos posibles y la interacción del ser humano. [3]

Tal como lo menciona la Asociación Española de Ergonomía (AEE) y la Asociación Internacional de Ergonomía, la ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos destinados a mejorar el trabajo, y sus sistemas, productos y ambientes para que se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona, así como de las posibles lesiones que las posturas, los movimientos y la carga física puede ocasionar. Muchas organizaciones internacionales se han preocupado por generar normativas que vayan en beneficio de la salud integral de los trabajadores como en el caso de la OIT, la OMS, la OPS, la OISS, la CAN, y a nivel nacional, entre otras, se cuenta con:

Dirección de riesgos laborales. La cual tiene a su cargo entre otras funciones, proponer y diseñar las políticas, normas, estrategias, programas y proyectos para el desarrollo del Sistema General de Riesgos Laborales, en lo de su competencia.

Fondo de riesgos laborales: El Fondo de Riesgos Laborales es una cuenta especial de la Nación, sin personería jurídica, adscrita al Ministerio del Trabajo, y sus recursos son administrados en fiducia.

Sistema General de riesgos laborales: es el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan. La organización y administración del Sistema General de Riesgos Laborales se encuentra reglamentada por el Decreto 1295 de 1994 Tomado de: <http://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/fondo-de-riesgos-laborales> [14].

4. Metodología

Con relación a la metodología es importante resaltar que este resultado es de un proyecto de aula de la asignatura Electiva I -Ergonomía, como investigación de tipo descriptivo. Para el desarrollo de esta propuesta se tuvo en cuenta el cumplimiento de 3 fases como son: fase Uno: Diagnóstico inicial sobre la caracterización sociodemográfica y la sintomatología presentada en estudiantes, la fase Dos: Análisis y tabulación de la información y la fase Tres: la formulación del plan o la propuesta de prevención.

Uno de los instrumentos de recolección de información que se aplicó, fue la encuesta a la población estudiantil de la facultad de ingeniería, de la sede Prado Alto de la CORHUILA de la ciudad de Neiva, la cual cuenta actualmente con 2402 estudiantes.

Inicialmente se realiza el cálculo del tamaño de muestra, con el fin de escoger una población significativa y que los resultados del estudio sean más objetivos a la hora de implementarlo dentro de la institución. A continuación, en la ecuación 1 y 2 se evidencia el cálculo de la muestra.

Tabla 1. Estudiantes periodo A-2019

ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA PERIODO A 2019	
PROG. ING. INDUSTRIAL	1235
PROG. ING. AMBIENTAL	617
PROG. ING. DE SISTEMAS	345
PROG. MECATRONICA	175
PROG. ENERGIAS RENOV.	30
TOTAL, ESTUDIANTES	2402

$$n = \frac{Z^2 pq N}{E^2 (N - 1) + Z^2 pq} \quad (1)$$

Donde:

Z= Nivel de confianza

p= Probabilidad de éxito, o proporción esperada

q= Probabilidad de fracaso

E= Precisión (error máximo admisible en términos de proporción).

Tabla 2. Tamaño Muestral

FORMULA POBLACION DEFINIDA		
V.	DATOS	DESCRIPCIÓN
N	2402	Población total
Z	1,96	Valor z
P	0,35	Probabilidad de éxito
Q	0,65	Probabilidad de fracaso
E	0,06	Error muestral
N	220,57	Muestra poblacional

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,35) * (0,65) * (2402)}{(0,06)^2 (2402 - 1) + (1,96)^2 * (0,35) * (0,65)} \quad (2)$$

$$n = 220,57$$

Una vez determinado el tamaño de la muestra y con el fin de garantizar mayor objetividad se procede a aplicar 254 encuestas. Con estas encuestas diligenciadas, se deriva a tabularlas con el fin de tener consolidado los resultados y finalmente se establecen las recomendaciones para evitar a temprana edad las enfermedades osteomusculares.

5. Resultados

Los resultados obtenidos fueron entre otros:

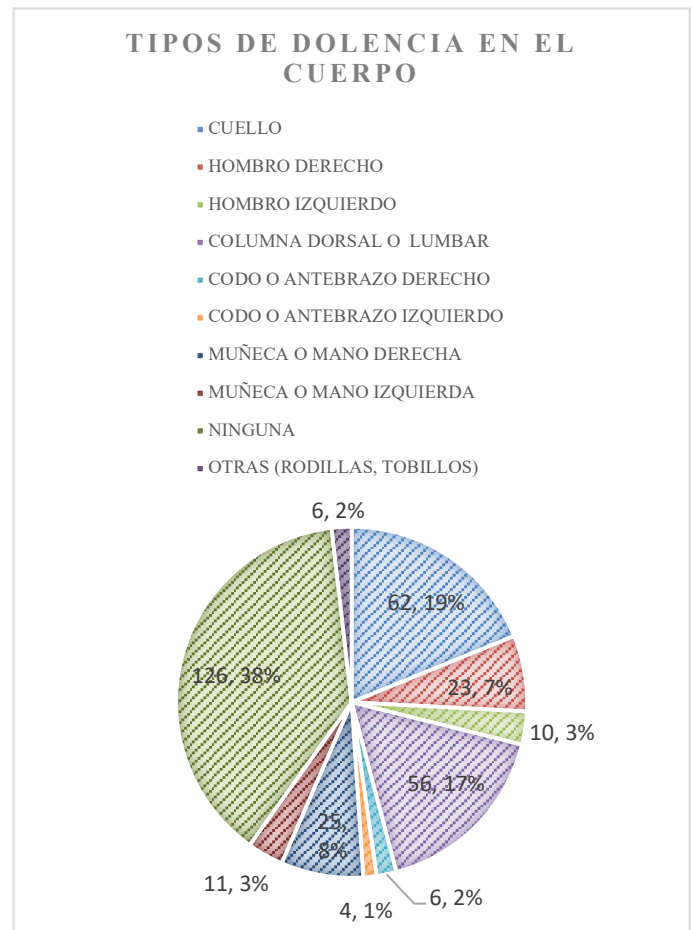


Figura 1. Dolencia en el cuerpo.

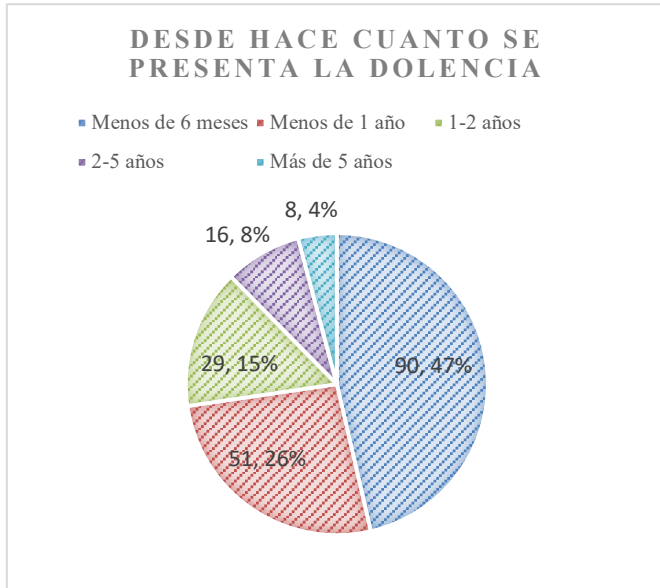


Figura 2. Tiempo de Dolencia en el cuerpo.

Los estudiantes de la sede Prado Alto se encuentran en un rango de edad entre los 18 y los 35 años de edad, esto correspondiendo al 94% de la población, dentro de la cual el 53,5% son hombres y el restante 45,5% son mujeres. En cuanto al IMC- índice de masa corporal el 66% se encuentran en rango normal, 15% de delgadez, 18% sobrepeso y el 1% obesidad tipo I. El 28% de los encuestados son empleados y estudiantes al mismo tiempo, y el restante el 72% de la muestra, se encuentran desempleados y se dedican a estudiar. El 82% de la población es de lateralidad diestra, el 15% de lateralidad zurda y el restante 3% usan ambas manos a la hora de realizar sus labores. El 10% realizan sus actividades laborales en posición bípeda, el 19% en posición sedente y el restante 71% habitualmente alterna ambas posiciones a la hora de realizar su trabajo. El 93% correspondiente a 237 de los estudiantes encuestados no es fumadora y el restante 7% correspondiente a los 17 estudiantes son fumadores. El 38% de los estudiantes (en su mayoría) no presentan ninguna dolencia muscular, sin embargo el porcentaje restante presenta alguna molestia osteomuscular, como es el caso de cuello el 19%, columna el 17%, hombro derecho el 7%, codo derecho el 2% y el 8% con la mano derecha. En cuanto al tiempo que duran las dolencias de estos síntomas los encuestados refieren en su mayoría con duración menos de 6 meses y de 1 a 7 días.

6. Conclusiones

Como se evidencia en los resultados obtenidos en el estudio, los estudiantes que tienen un IMC por fuera de los límites normales como es el caso de los que están con delgadez, sobrepeso u obesidad tipo I, se deja ver que son factores determinantes para el desenlace de enfermedades como la desnutrición, la diabetes, enfermedades de tipo cardiaco, entre otros. Así mismo aunque el porcentaje de participación de los estudiantes fumadores es bajo, existe el riesgo de padecer enfermedades que pueden afectar el sistema respiratorio al igual que la generación de contaminación al ambiente de trabajo, entendido como cualquier hábitat donde se encuentre, el cual afecta de forma indirecta la población, ubicándolos en el grupo de fumadores pasivos.

En resumen, los estudiantes aunque no en gran porcentaje muestran sintomatología que pueden generar a corto plazo y a mediano plazo enfermedades osteomusculares, se debe prestar especial atención en el diseño de estrategias y herramientas para la prevención de este tipo de enfermedades. Esta situación no solo afectaría la salud de los estudiantes sino la productividad tanto a nivel de resultados académicos como de productividad laboral para aquellos que trabajan. Entre estas estrategias cabe resaltar los siguientes aspectos:

- Deporte y ejercicio
- Higiene postural
- Nutrición
- Cultura en prevención de riesgos osteomusculares

En Cuanto a controles para prevenir enfermedades osteomusculares, se debe en primer lugar reducir exigencias físicas y de sobre carga física del lugar de trabajo. En segundo lugar, utilizando ayudas mecánicas o tecnológicas que permitan reducir el esfuerzo que motive la aparición de este tipo de trastornos. En tercer lugar, es imprescindible facilitar la educación y formación necesaria, especialmente en la culturización y proactividad, con el fin de anticiparse a cualquier efecto que de forma negativa pueda afectar la salud integral de los trabajadores y/o estudiantes.

Entre otras actividades que se pueden involucrar a la hora de hacer prevención se tienen las siguientes:

- Valorar y controlar los riesgos, a través de la implementación del SGSST.
- Diseñar e implementar el Sistema de Vigilancia Epidemiológico Biomecánico.
- Realizar encuestas de morbilidad sentida a trabajadores expuestos.
- Diseñar los puestos de trabajo de acuerdo con las funciones de trabajador y a las condiciones físicas de cada persona.
- Realizar e implementar manuales para tareas específicas como levantamiento de cargas, además de proveer las ayudas mecánicas necesarias como grúas, carretillas, etc.
- Implementar el programa de pausas activas.
- Promover hábitos de vida saludable que permitan evitar condiciones de sobrepeso y obesidad.
- Capacitar a los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral.
- Realizar los exámenes médicos ocupacionales de ingreso, periódico y retiro; para definir si las condiciones de salud de un trabajador son adecuadas para el desempeño de su labor.

Finalmente como propuesta, se proyecta el diseño de un app de fácil acceso, gratis e intuitiva que será instalada en dispositivos móviles, y con tecnología bluetooth poder conectar la Smart band que registre datos para que el individuo adquiera conciencia de la importancia de su salud integral. Para utilizar el apps el usuario debe estar registrado en una cuenta de Gmail o Facebook luego:

- Insertar datos de caracterización personal donde el usuario realiza un proceso de registro con los siguientes datos: edad, peso, estatura, si realiza ejercicio, fuma, consume drogas, alcohol, entre otros.
- Se visualiza los resultados del posible estado de salud generando un mensaje de alerta para iniciar un tratamiento preventivo.
- Si no existe problema de salud, se felicita y continúa generando la cultura preventiva de enfermedad osteomuscular.

Como parte de los beneficios las apps permiten al usuario poder ingresar las veces que considere durante el día monitoreando su estado de salud.

7. Agradecimiento

Agradecemos a los estudiantes del curso Electiva I – Ergonomía, de la Universidad Corhuila, quienes recolectaron la información, a la Corhuila por permitir el desarrollo de proyecto de Aula y al equipo de trabajo conformado por estudiantes y docentes de la Corhuila y Universidad Cooperativa de Colombia.

Y a los líderes de la Red Amitic por permitir la participación a este evento.

8. Referencias

- [1] Fasecolda, 04 06 2019. [En línea]. Available: <https://sistemas.fasecolda.com/rldatos/Reportes/xClaseGrupoActividad.aspx>.
- [2] Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 00 03 2016. [En línea]. Available: <http://revistasoj.s.unilibrecali.edu.co/index.php/rcso/article/view/307/534>.
- [3] ICONTEC, Norma Técnica Colombiana 3955, Bogotá: ICONTEC, 2014.
- [4] R. A. Robert M Malina, «Ergonomía,» 15 abril 2014. [En línea]. Available: http://proyergo.blogspot.com/2014/04/marco-conceptual_15.html.
- [5] ICONTEC, «NORMA TECNICA COLOMBIANA, NTC 3955,» 21 MAYO 2014. [En línea]. Available: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC3955.pdf>.
- [6] ISO45001, «ISO45001- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO,» 17 MAYO 2019. [En línea]. Available: <https://norma-ohsas18001.blogspot.com/2013/03/carga-fisica-y-mental-en-el-trabajo.html>.
- [7] INSHT, «INSHT - ERGONOMIA,» 17 MAYO 2019. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/menuitem.8b2d6abdbe4a374bc6144a3a180311a0/?vgnnextoid=13b3dd9e308c0510VgnVCM1000008130110aRCRD>.
- [8] Minisalud, «Miniasalud - Artículo 4 de la ley 1562 de 2012,» 17 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/proteccion-social/RiesgosLaborales/Paginas/enfermedad-laboral.aspx>.
- [9] OMS, «OMS- TEMAS DE SALUD,» 17 MAYO 2019. [En línea]. Available: https://www.who.int/topics/risk_factors/es/.

- [10] ARL, «ARL - CONCEPTOS,» 17 MAYO 2019. [En línea]. Available: <https://www.arlsura.com/index.php/glosario-arl>.
- [11] F. Ucha, «DEFINICION ABC,» MARZO 2011. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/intervencion.php>.
- [12] INSHT, «Portal de Ergonomía,» 17 Mayo 2019. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/menuitem.8b2d6abdbe4a374bc6144a3a180311a0/?vgnnextoid=dc8c4bf28a3d2310VgnVCM1000008130110aRCRD>.
- [13] A. SURA, «ARP SURA - SVE NIOSH,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.arlsura.com/files/svealimentos.pdf>.
- [14] Ministerio de Trabajo, «MinTrabajo,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/estructura-de-los-grupos-de-la-direccion-de-riesgos-laborales>.
- [15] «ERGONOMIA,» 6 febrero 2013. [En línea]. Available: <http://ergonomiainditsm.blogspot.com/2013/02/clasificacion-de-la-ergonomia.html>.
- [16] D. Andrés, «CUIDATE PLUS,» 15 octubre 2017. [En línea]. Available: <https://cuidateplus.marca.com/salud-laboral/2017/10/15/-ergonomia-afecta-salud-rendimiento-laboral-145816.html>.
- [17] J. SANCHEZ, «SLIDESHARE,» 23 JUNIO 2012. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/ekche/ley-9-de-1979-salud-ocupacional-13431383>.
- [18] C. D. L. R. D. COLOMBIA, «LEY 100 DE 1993,» 13 MAYO 2019. [En línea]. Available: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0100_1993.html.
- [19] K. TATIANA, «SUTORI,» [En línea]. Available: <https://www.sutori.com/story/la-fisioterapia-y-la-ley--uikhcV1S4khrxUNFNRAhoX1a>.
- [20] E. M. D. L. P. SOCIAL, «RESOLUCIÓN NÚMERO 0156 DE 2005,» 27 ENERO 2005. [En línea]. Available: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%200156%20DE%202005.pdf.
- [21] S. T. S. SUAREZ, «SLIDESHARE,» 17 ENERO 2009. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/saulsalas/18-resolucion-156-de-2005-presentation>.
- [22] paramedicos, «slideshare,» 17 enero 2012. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/estrectococo/resumen-german-1401-de-2007>.
- [23] A. SURA, «ARL SURA,» 18 05 2019. [En línea]. Available: <https://www.arlsura.com/files/svealimentos.pdf>.
- [24] CORSALUD, «PROGRAMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA PARA LA PREVENCIÓN DE LOS DESORDENES MÚSCULOESQUELÉTICOS,» 22 11 2017. [En línea]. Available: <http://www.corsalud.edu.co/wp-content/uploads/2018/08/PG-008-PVE-prevenci%C3%B3n-de-DME-V3.pdf>.
- [25] Corporación Universitaria del Huila "Corhuila", «Corporación Universitaria del Huila "Corhuila",» 15 05 2019. [En línea]. Available: <https://www.corhuila.edu.co/seccion/facultad-de-ingenieria.html>.
- [26] A. A. Baute, «ICA,» 13 05 2019. [En línea]. Available: <https://www.ica.gov.co/getdoc/74900ed8-959b-4809-a492-7c68b098734d/epidemiologia-veterinaria.aspx>.
- [27] «La Ergonomia Problema serio,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/laergonomiaproblemaserio/clasificacion-de-tipos-de-ergonomia>.
- [28] IMF Internacional, «IMF Internacional,» [En línea]. Available: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/sin-categoria/tipos-de-ergonomia/>.
- [29] J. P. P. y. M. Merino, «Definicion.de,» 2008. [En línea]. Available: <https://definicion.de/seguridad-industrial/>.
- [30] M. S. GOBIERNO DE COLOMBIA, «PROGRAMA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL,» MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, bogota , 2017.
- [31] FASECOLDA, «Reporte por clase de Riesgo y actividad Economica,» 17 05 2019. [En línea]. Available: <https://sistemas.fasecolda.com/rldatos/Reportes/xClaseGrupoActividad.aspx>.
- [32] U. P. D. V.-. F. C. D. SALUD, «UPV- BIOMECANICA,» 17 MAYO 2019. [En línea]. Available: [http://academico.upv.cl/doctos/KINE-4017/%7BFB54167D-14E0-4CCC-9ABA-71A014819712%7D/2012/S1/Clase2VESP%20\[Modo%20de%20compatibilidad\].pdf](http://academico.upv.cl/doctos/KINE-4017/%7BFB54167D-14E0-4CCC-9ABA-71A014819712%7D/2012/S1/Clase2VESP%20[Modo%20de%20compatibilidad].pdf).

Objetos de aprendizaje un recurso para reducir la desercion en educacion superior caso de estudio IUCMC-UPEC

Objects of learning a resource to reduce the desertion in university case study IUCMC-UPEC

Dayner Felipe Ordóñez López¹, Alberto Bravo Buchely¹, Libardo Peña², Luis Adolfo Patiño²

¹ Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca,

² Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de Ingeniería

*Autor de correspondencia: dordonez@unimayor.edu.co

RESUMEN– El propósito de esta investigación es averiguar las ventajas y las desventajas para los estudiantes el hacer uso los Objetos de Aprendizaje (OA) en las interacciones mediadas con tecnología en relación a los propósitos de la enseñanza. Además, teniendo como base los resultados de una encuesta aplicada a los estudiantes de cálculo diferencial de la UPEC y de la IUCMC, asimismo de los resultados obtenidos al aplicar un cuestionario a los docentes de las dos instituciones citadas. Con sustento en lo anterior, estudiar la posibilidad de diseñar e implementar los OA en las dos IES donde se realizó el diagnóstico situacional de lo que les acontece a los estudiantes y docentes respecto a la utilización de las TIC en general; y se asume además que todos o casi todos los estudiantes disponen de un celular de mediana o alta gama, así como también de un computador personal con cuyos dispositivos está familiarizado el estudiante y también el docente de cálculo diferencial.

Palabras clave– *Deserción, Estrategia, Objetos de Aprendizaje.*

ABSTRACT– The purpose of this research is to find out the advantages and disadvantages for students when using the Learning Objects (OA) in the interactions mediated with the computer in relation to the purposes of teaching. In addition, based on the results of a survey applied to students of differential calculus of the UPEC and the IUCMC, as well as the results obtained by applying a questionnaire to the teachers of the two institutions mentioned. Based on the above, study the possibility of designing and implementing the LOs in the two HEIs where the situational diagnosis of what happens to students and teachers regarding the use of ICT in general was made; and it is also assumed that all or almost all students have a medium or high-end cell phone, as well as a personal computer with whose devices the student is familiar and also the teacher of differential calculus.

Keywords– *Desertion, Strategy, Learning Objects.*

1. Introducción

Los Objetos de Aprendizaje, OA son recursos digitales que proponen una estrategia de aprendizaje basada en la utilización de elementos computacionales, y redes (Wiley, 2000). Los OA se colocan a disposición de estudiantes por medio de los sistemas de gestión de aprendizaje, LMS y pueden ser reutilizados en múltiples contextos.

Las características que puede evidenciar un objeto son entre otras: modularidad, granularidad, portabilidad, flexibilidad, las cuales en conjunto ofrecen a los actores del proceso educativo una serie de posibilidades para acceder al conocimiento. En educación superior uno de los aspectos que más afecta el cumplimiento de objetivos por parte de los estudiantes son los elementos referidos a la deserción, a pesar de que la misma se puede generar

por múltiples causas y es difícil su tratamiento debido a la gran cantidad de variables que la ocasionan, introducir elementos mediados por las TIC puede mejorar el nivel de permanencia de los estudiantes en las instituciones de educación superior. Las facultades de ingeniería de muchas de las IES presentan altos niveles de deserción sobre todo en los primeros semestres de formación, debida en la mayoría de los casos a inconvenientes de los estudiantes con las áreas de ciencias básicas específicamente con el cálculo. Esta es una preocupación de la UPEC y la IUCMC donde la deserción debida a la asignatura de cálculo diferencial es significativa, como afirman: Peña, Patiño, Ordoñez y Bravo (2019).

2. Aspectos Generales

En el mundo y en Latinoamérica en especial, la deserción estudiantil ha impactado en la eficiencia terminal de grado, la misma se refleja en el reducido número de titulados en cada una de las carreras. Particularmente en Colombia, la deserción presenta porcentajes de un 44,9 % (MEN, 2017), por encima de los niveles presentados en Europa, pero muy similar a las cifras presentadas en Argentina con un 43 %, Venezuela con el 52 % y Ecuador con un 40 %. Específicamente, la deserción en la IUCMC, durante el 2016, estuvo alrededor del 38 % y en la UPEC del 37 % (sistema integrado UPEC 2018). Es decir, las cifras son similares (p.189).

Estos datos dejan ver que la globalización de las TIC no está aprovechada lo suficiente como para poder advertir la disminución de la deserción de quienes estudian la asignatura del cálculo diferencial o el impacto que las tecnologías producen es insipiente en los procesos de aprendizaje o no están ampliamente extendidas en los ambientes educativos, lo que significa que los estudiantes continúan con mayor frecuencia con los apuntes de clase en comparación al uso de herramientas informáticas que pudieran complementar la adquisición del conocimiento. Lo dicho significa que no se ha aprovechado el potencial de los estudiantes que en la mayoría de los casos son “nativos digitales” que manejan dispositivos electrónicos que disponen en la totalidad de los casos. Los docentes en cambio son “inmigrantes digitales” y consecuentemente han desarrollado débilmente estrategias para que los estudiantes aprendan eficientemente esta ciencia.

Al respecto García, F., López, F., (2011). Afirman que “se han realizado numerosos estudios sobre el impacto que las TIC tienen sobre la educación en general, sin embargo, no se ha analizado el potencial que estas tecnologías ofrecen a la hora del aprendizaje (...), estudiar la implantación y uso de las TIC en el sistema educativo, es un importante indicador del estado de relación con las TIC en las aulas (p.17). Sin embargo, estos mismos autores advierten que no se debe caer en el error de considerar estas tecnologías como la panacea de la educación y aplicarlas indiscriminadamente sin dotarlas de un valor educativo significativo.

2.1 Ventajas del uso de los Objetos de Aprendizaje

Dentro de las ventajas que se evidencian con el uso de los objetos de aprendizaje se pueden citar:

- Se motivan al utilizar los OA, esto hace que los utilicen más tiempo y se aumente la probabilidad de aprender mejor.
- La constante reutilización de los OA promueve un trabajo riguroso y metódico.
- Se produce mayor comunicación entre profesores y estudiantes lo cual facilita aclarar dudas en el momento que surgen.
- Los OA proporcionan un alto grado de interdisciplinariedad en donde intervienen procesos didácticos diseñados por el profesor y psicológicos generados en el estudiante.
- Los OA los ponen en contacto con las TIC de manera directa con la mínima intervención del docente.
- Con la utilización de los OA se genera autonomía, es decir el profesor ya no es la fuente principal del conocimiento
- La interacción con los OA le permite iniciar la cultura de autoevaluarse
- La utilización de los OA permite flexibilidad en los horarios y disminuir la dependencia del estudiante ante el profesor.

2.2 Desventajas del uso de los Objetos de Aprendizaje

Entre las desventajas se pueden citar:

- En el diseño de los OA pueden inmiscuirse informaciones parciales o equivocadas.
- El exceso de tiempo en contacto con el ordenador puede originar problemas de sociabilidad y preocupación en el entorno familiar.
- La posibilidad de ser autocomplacientes aprovechando la ausencia del proceso de heteroevaluación.
- La libre interacción con los OA puede generar enseñanzas incompletas con visiones de la realidad poco profundas.
- Es posible que se dediquen a los juegos en vez de aplicarse en las tareas y cumplir el objetivo.
- La permanente referenciación los invita a desviarse del propósito de la clase.
- La interactividad con los OA genera motivación; pero es posible que cause adicción.

- En la utilización de los OA conviene que los grupos de trabajo no sean numerosos para evitar convertirlos en simples espectadores.

Además de las desventajas señaladas existen otros aspectos que preocupan a los responsables de la administración educativa, como lo señalan (Tinto, 1995), (Adelman, 1990) y (Gaviria, 2002) citados por (Peña, Patiño, Ordoñez y Bravo, 2018), los mismos afirman que:

Los individuales relacionados con el entorno familiar, calamidad y problemas de salud, incompatibilidad horaria con actividades extracadémicas, expectativas no satisfechas concernientes con la orientación profesional, tipo de colegio, rendimiento académico, calidad del programa, métodos de estudio, insatisfacción con el programa, excesivo número de asignaturas, entre otros; y los institucionales relacionados con la insuficiencia de recursos universitarios, nivel de interacción con profesores y otros estudiantes, apoyo académico y psicológico; y por su puesto los socioeconómicos como por ejemplo, estrato social y condición laboral e ingreso de los padres, dependencia económica, personas a cargo, nivel educativos de los padres (p.189).

Es decir, estos investigadores hacen una clara afirmación respecto a que los OA deben articularse con enfoques formativos y recursos tecnológicos, de tal manera que puedan contribuirse unos con otros e integrar lo didáctico, lo científico y la gestión del proceso de enseñanza de manera ordenada y holística, es decir que no solamente sea la concordancia del estudiante con el OA, sino que conjuntamente se circunscriba como enlace la tecnología. Con esta idea también contribuye Catalano, V., (2018) cuando afirma: “la orientación educativa basada en el uso de TIC propicia la comunicación, supera el aislamiento y crea grupos virtuales de trabajo basados en Intereses comunes”; por lo dicho se colige que existen evoluciones y contradicciones en el proceso de darle mayor valor al uso de las TIC en el campo educativo, Sin embargo Ciancio (2016) advierte que: “no es suficiente la incorporación de la tecnología en el aprendizaje (...), se necesitan también cambios significativos en los modelos educativos en los cuales la planificación sea adecuada a los intereses de los estudiantes y a los objetivos que se persigue en cada clase”.

3. Materiales y métodos

Los métodos teóricos: analítico-sintético; inductivo-deductivo; se utilizaron para el estudio de las referencias

citadas a lo largo del trabajo y también los aportes de la CRES (2008) y la del (2018); el histórico lógico se lo utilizó para analizar el devenir histórico de la deserción en América Latina, en Argentina, también en Venezuela, en Ecuador y particularmente en la UPEC y en la IUCMC, así mismo las contribuciones que han entregado las TIC a lo largo del tiempo a los procesos de aprendizaje.

El método empírico se lo utilizó para el diseño y aplicación de la encuesta a 61 estudiantes que ya cursaron o estaban cursando la asignatura del cálculo diferencial; y con esta misma técnica se encuestó a los 4 profesores de dicha asignatura, tanto de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)-Ecuador-; y de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca (IUCMC)-Colombia-.

El tipo de investigación desarrollada es descriptiva – explicativa y propositiva, bajo un enfoque no experimental y responde a un diseño transversal que se adhiere al enfoque cualitativo y cuantitativo. El tipo de muestra es no probabilística, intencional o dirigida. Esta averiguación es de responsabilidad de los grupos de investigación GISAT de la UPEC y el HEVIR de la IUCMC.

3.1 Resultados

Los resultados de la aplicación de la encuesta a la muestra de 61 estudiantes de la IUCMC y de la UPEC y a sus correspondientes docentes se presentan continuación, en la figura 1.

- Estudiantes

Resultado de la aplicación de encuesta a estudiantes:

Análisis del instrumento aplicado a estudiantes

En el documento de encuesta se obtiene información de los estudiantes matriculados en la asignatura de cálculo diferencial de la UPEC y de la IUCMC, al respecto se observan resultados semejantes, lo cual es entendible teniendo en cuenta las características de los estudiantes en las dos instituciones y por lo tanto se comparten condiciones similares en torno al aspecto socioeconómico, familiar, laboral e incluso académico, por lo que el desarrollo de un proyecto entre las dos instituciones marca un punto de referencia importante en la integración binacional y se convierte en una propuesta de gran relevancia para contribuir en el desarrollo de profesionales en ingeniería en los dos países, haciendo de contenidos digitales.

Los estudiantes encuestados en las dos instituciones manifiestan que los contenidos deben ser contextualizados a las condiciones de las dos instituciones, que faciliten la exploración, el estudio y la profundización en el aprendizaje de los temas desarrollados en la materia de cálculo diferencial, haciendo uso de recursos tecnológicos.

Teniendo en cuenta lo anterior reclaman la cualificación docente para el cumplimiento de sus objetivos de aprendizaje, en un escenario en el cual los estudiantes son expertos en el manejo de herramientas tecnológicas para el aprendizaje en las diferentes asignaturas y de manera especial en la formación en ciencia básica y comprender de esta manera el desarrollo de los diferentes temas de calculo diferencial.

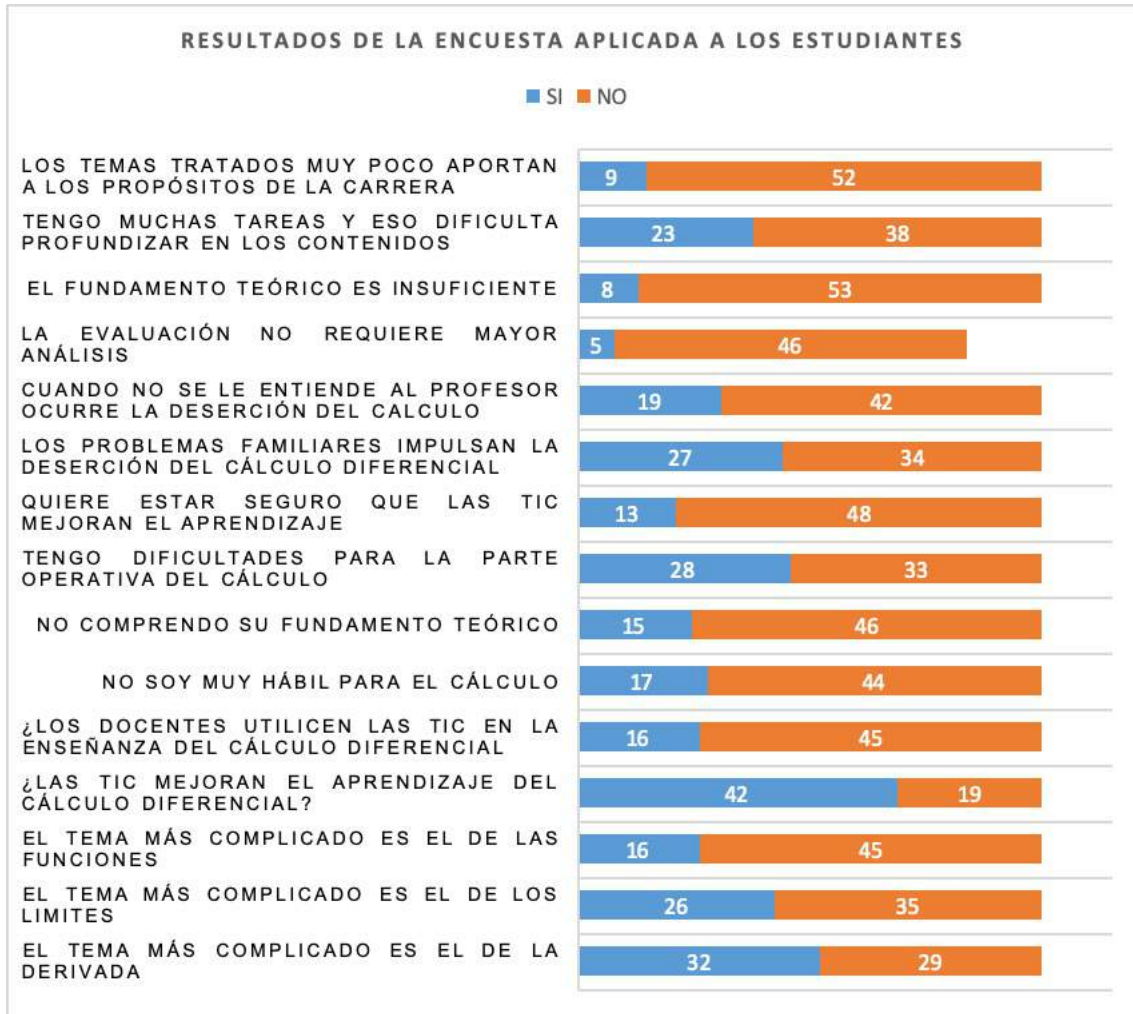


Figura 1. Instrumento aplicado a estudiantes. Fuente: Propia.

- Docentes

A continuación, se presenta la Figura 2 en la cual se presentan los datos de los docentes de las dos instituciones motivo de investigación con la valoración de Muy Alta (MA); Alta(A); Baja (B); Muy Baja (MB); Ninguna (N) obtenidas en este aspecto.

Análisis del instrumento aplicado a docentes.

En lo referente a la encuesta de los docentes se puede inferir de manera que la gran mayoría de los encuestados tienden a evidenciar la importancia de las TIC en la educación y de la penetración de los objetos de aprendizaje en los procesos educativos. Las iniciativas que se formulan se hacen de manera aislada ya que en las instituciones donde se realizó el estudio no existen planes

de capacitación formalizados que permitan una inmersión en este tipo de ambientes, las prácticas aisladas se evidencian en la utilización de componentes tecnológicos para la preparación y elaboración de las clases, lo cual puede ser un aporte significativo si por parte de las instituciones se formalizaran procesos de capacitación que permitieran que los docentes conocieran las ventajas y posibilidades de las TIC en la educación. La terminología propia de este tipo de ambientes es conocida por los docentes, lo cual garantiza desde el punto de vista conceptual la viabilidad de

innovaciones educativas. Los docentes de las IES donde se realizó el estudio conocen de herramientas software y hardware, las cuales son transversales a cualquier profesión y en el caso de la docencia no pueden ser la excepción, esto facilita y potencializa la implementación de la propuesta. La capacidad para crear materiales multimedia por parte de los encuestados contribuye a establecer que si se lleva a cabo la propuesta de la implementación de los objetos de aprendizaje para disminuir los índices de deserción esta tendrá un buen grado de aceptación por parte de los docentes.

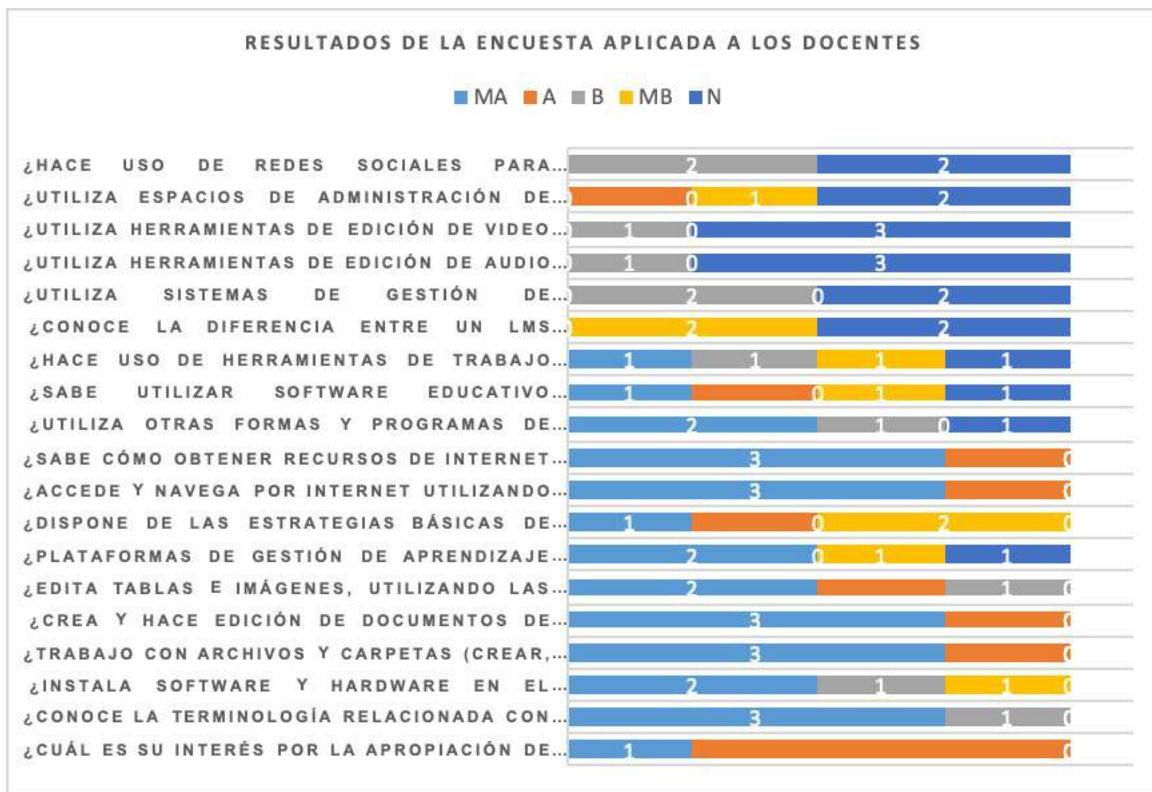


Figura 2. Instrumento aplicado a Docentes. Fuente: Propia.

4. Conclusiones

Uno de los principales aspectos evidenciados en esta investigación está referido a la necesidad de realizar procesos de capacitación en torno a la consecución de competencias digitales por parte de los profesores las cuales les permitan responder a las exigencias actuales y futuras requeridas en los ambientes educativos.

Los actuales estudiantes pertenecen a nuevas generaciones conocidas como nativos digitales, la conexión a internet, el manejo de dispositivos interconectados y la aparición de nuevas formas de

aprendizaje son fácilmente evidenciables en ellos y configuran una fortaleza que debe ser explotadas al máximo por parte de las iniciativas institucionales en términos de educación.

Los OA presentan ventajas y desventajas; las primeras requieren ser utilizadas con propósitos formativos, de tal manera que se consigan los objetivos en el tiempo previsto y utilizándolos como recurso académico; para las segundas se necesita arbitrar las precauciones orientadas a convertirlas en oportunidades de aprendizaje y evitar que los estudiantes distraigan la atención que se

requiere para que aporten a las destrezas que se buscan en el que aprende.

La diferencia entre la deserción que se presenta en Colombia, Argentina, Venezuela y Ecuador no difieren significativamente; razón por la que los OA pueden ser asumidos en las dos instituciones en las cuales se realizó la investigación, pudiendo, sin embargo, extenderse a otras IES que tengan interés.

Se requiere del compromiso de los órganos directivos de la UPEC y de la IUCMC para llevar a la práctica mecanismos para superar las dificultades presentadas por parte de los estudiantes, este compromiso debe fortalecer capacitación, actualización y generación de contenidos digitales. que podrían coadyuvar, por una parte, al aseguramiento de las fortalezas y por otra a la superación de las debilidades institucionales.

5. Referencias

- [1] Adelman, C. (1999). Answer in the toll box: academic intensity, attendance patterns and bachelor's degree attainment Jessup . MD, Department of Education.
- [2] Catalano, V., (2018). Influencia de un sistema de tutorías basado en el uso de TIC en la disminución de la deserción y el fracaso académico de alumnos de primer año de la universidad Juan Agustín Maza de Mendoza (Argentina).
- [3] Ciancio, M., (2012a). Objeto de Aprendizaje: herramienta de la Web 2.0 para Algebra Lineal, Recurso didáctico exitoso, Alemania.
- [4] Ciancio, M., (2016b). Objetos virtuales de aprendizaje para Matemática asistidos con Medhime, Alemania.
- [5] García y López, (2011). Influencia de las TIC en el aprendizaje significativo, máster universitario en formación de profesorado de educación secundaria, Universidad Internacional de la Rioja, UNIR.
- [6] Gaviria, A. (2010). Cambio social en Colombia durante la segunda mitad del siglo XX. Documentos del Centro de Estudios sobre el Desarrollo Económico, 30, 1-40
- [7] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista L. (2010). Metodología de la Investigación. Capítulos 7 y 8. McGRAW – HILL. Quinta Edición. México.
- [8] IESALC – UNESCO (2008). Declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina y el Caribe. 4-6 de junio, Colombia.
- [9] IESALC – UNESCO (2018). Declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina y el Caribe. 14 de junio, Córdoba-Argentina.
- [10] Lacasa, P. Velez, R. y Sánchez, S. (2005). Objetos de Aprendizaje y significado. Learning objects and meaning. Departamento de Psicopedagogía y Educación Física. Universidad de Alcalá. RED. Revista de Educación a Distancia.
- [11] MEN (2016). «Ministerio de Educación Nacional,». [En línea]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co>. [Último acceso: 2 marzo 2017].
- [12] Peña, Patiño, Ordoñez y Bravo (2019). II Seminario Internacional “Desarrollo Latinoamericano de la Educación Superior”, Ibarra, Ecuador.
- [13] Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A theoretical synthesis of recent research. Review of Educational Research.

Diagnostico tecnológico para crear un software que permita entender las demandas psicosociales de pacientes con secuelas de lesión medular y sus cuidadores en la ciudad de Popayán

Technological diagnosis to create software that allows to understand the psychosocial demands of patients with sequelae of spinal cord injury and their caregivers in the city of Popayán

Jhonn Jairo Muñoz Hurtado ^{1*}, Julián Andrés Mera Paz ², Lizeth Dayhana Díaz Rojas ³, Catherine Andrea Acosta Bonilla⁴,
Juan Manuel Palacios Gaviria ⁵, Daniel Enrique Céspedes Díaz ⁶

¹ Profesor investigador, Facultad de psicología, Universidad Cooperativa de Colombia

² Profesor investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia

³ y ⁴ Estudiante investigador, Facultad de psicología, Universidad Cooperativa de Colombia

⁵ y ⁶ Estudiante investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia

*Autor de correspondencia: jhonn.munoz@campusucc.edu.co

RESUMEN- Las nuevas tecnologías están cada vez más cercanas a responder a las demandas de las necesidades más sentidas de los seres humanos, se pretende con este artículo establecer un diagnóstico tecnológico que posibilite la relación entre un software y entender las demandas de apoyo psicosocial de pacientes con secuelas de lesión medular y sus cuidadores en la ciudad de Popayán. La lesión medular es una condición causada por una compresión, conmoción o laceración de la medula en la que se produce una pérdida de la función neurológica, que conlleva consecuencias como la ausencia del control voluntario de los músculos esqueléticos, la pérdida de sensación y la pérdida de función autonómica, esta condición relaciona elementos biopsicosociales, desde la forma en que se presenta la enfermedad y la manera de entender la experiencia subjetiva de cada paciente y del cuidador no formal, de ahí, se considera que el ajuste social y familiar que demanda la atención de un paciente con la patología conllevaría una sobrecarga. Con una metodología de tipo cualitativo de diseño explicativo y de corte transversal, un muestreo por conveniencia, el cual se aborda con una muestra de cuarenta personas, veinte pacientes con secuelas de lesión medular y veinte cuidadores habitantes en la ciudad de Popayán, (Cauca – Colombia), como instrumentos de recolección de información se utilizarán son: grupos focales y entrevistas estructuradas, finalmente se pretende analizar los resultados con el software ATLAS. TI, planteándose el análisis en la teoría fundamentada y con ello planear la creación del software mencionado.

Palabras clave– Demandas psicosociales, salud electrónica y móvil, estrategia tecnológica, lesión medular.

ABSTRACT– New technologies are increasingly close to respond to the demands of the most felt needs of human beings, this article aims to establish a technological diagnosis that enables the relationship between a software and understand the demands of psychosocial support of patients with sequelae of spinal cord injury and their caregivers in the city of Popayán. Spinal cord injury is a condition caused by a compression, concussion or laceration of the cord in which there is a loss of neurological function, which entails consequences such as the absence of voluntary control of skeletal muscles, loss of sensation and loss of autonomic function, this condition relates biopsychosocial elements, from the way in which the disease is presented and the way of understanding the subjective experience of each patient and the non- formal caregiver, from there, it is considered that the social and family adjustment demanded by the Care of a patient with the pathology would lead to an overload. With a qualitative methodology of explanatory design and cross-section, a convenience sampling, which is addressed with a sample of forty people, twenty patients with sequelae of spinal cord injury and twenty caregivers inhabitants in the city of Popayán, (Cauca - Colombia), as information gathering instruments will be used are: focus groups and structured interviews, finally it is intended to analyze the results with the ATLAS.TI software. You, considering the analysis in the grounded theory and with it planning the creation of the mentioned software.

Keywords– Psychosocial demands, electronic and mobile health, technological strategy, spinal cord injury.

1. Introducción

El artículo nace de un proyecto en curso que actualmente está desarrollando la Universidad Cooperativa de Colombia, donde se complementan la facultad de psicología e ingeniería, centrándose en la lesión medular que es una condición que relaciona elementos físicos, ambientales, como también biopsicosociales, que según [1]. Lo conciben como una filosofía en el cuidado clínico, además de una guía clínica práctica en la cual se busca entender el sufrimiento y la enfermedad, desde lo social hasta lo molecular, desde la experiencia subjetiva de cada paciente, en el que se busca un diagnóstico acertado y se integren resultados de salud y cuidado humano. Es así como el modelo biopsicosocial es considerado una contribución al método clínico científico en donde se precisa en tres componentes importantes: primero la relación entre los aspectos mentales y físicos de la salud, la experiencia subjetiva depende de las leyes de la fisiología, en segundo lugar, los modelos de la causalidad circular deben ser moderados por aproximaciones lineales al considerar opciones de tratamiento y en tercer lugar la promoción de una relación más participativa entre el paciente y su cuidador. Siendo relevante para la contribución de la presente investigación ya que gira entorno de las demandas biopsicosociales que emergen tanto de pacientes con LME¹ y de sus cuidadores.

Es de gran importancia conocer a profundidad la LME, permitiendo comprender la enfermedad desde una visión clara de lo que padece el paciente, comprender su sufrimiento y las demandas que conlleva esta condición, es necesario conocer la lesión medular que según [2]: “Es una conmoción, compresión, laceración o sección de la médula que produce una pérdida de la función neurológica por debajo de la lesión. El daño puede implicar la ausencia del control voluntario de los músculos esqueléticos, la pérdida de sensación y la pérdida de función autonómica. El alcance de tales pérdidas depende del nivel de la lesión y de la cantidad de daño neural residual”. En esta medida se llega a percibir la gravedad del daño, que repercute en la funcionalidad corporal y las limitaciones en la que nos indica que las demandas de los pacientes pueden llegar a ser diferentes en cada uno de ellos. Así mismo, frente a las características y la clasificación específica de la patología según [3]: “Las lesiones medulares se clasifican dependiendo el último nivel intacto”, es

decir el que mantiene las funciones neurológicas completas tanto motoras, sensitivas y autonómicas. Estas se pueden clasificar (ver Fig.1), dependiendo de la funcionalidad clínica del paciente:

En Cervicales (C1 a C7), torácicas altas (T1 a T6), torácicas bajas (T7 a T12), lumbosacras (L1 a S1) y del cono medular (sacro coccígeas).

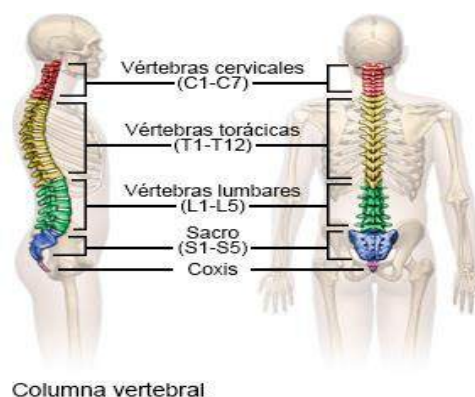


Figura 1. Clasificación de vertebras. Fuente:

https://www.drugs.com/cg_esp/fractura-cervical.html

Igualmente, las extensiones de la lesión se conocen como transversales y longitudinales, reconociendo que en la mayoría de los pacientes se dan ambas, cabe resaltar que a medida que la afectación sea más alta, mayor será el compromiso funcional del paciente, sea evaluado la relación entre el nivel, la completitud y la etiología de la LME con variables asociadas a la calidad de vida que como se refiere [4]. Es un concepto multidimensional donde se encuentran factores ambientales, sociales, personales y la manera en que se interactúa ya sea de manera objetiva o subjetiva, se incluyen los valores positivos con los que se cuenta y las experiencias por las que ha tenido que pasar, lo que está permeado por condiciones culturales y sociales. Lo que ha permitido hallar una correlación significativa entre el nivel de la lesión con el grado de autonomía de las personas. También es importante traer a colación que para [3], la LME es un proceso que afecta la función motora sensitiva o autónoma que conlleva una serie de consecuencias a nivel psicosocial, tanto para el paciente, como para la familia. Es relevante en la investigación considerar la afectación biopsicosocial no solo en pacientes sino también en los familiares, que serán en la mayoría de casos los mismos cuidadores donde emergerán demandas de acuerdo a su apreciación de la LME. De manera que, esta

condición no solo desencadenaría una discapacidad física sino que también se afectan otros aspectos psicosociales, es por ello que en primera instancia es conveniente poder determinar que situaciones pueden provocar una LME, a partir de los hallazgos científicos [3] denotan que las causas que llevan a una lesión medular son asociados a accidentes de tránsito, heridas por arma de fuego u arma blanca, caídas de altura, accidentes deportivos o laborales, en segunda instancia se encuentran las lesiones no traumáticas asociadas a factores congénitos.

Las estrategias, diagnósticos y nuevas tecnologías soportadas en el software y hardware han tributado a incrementar la expectativa de vida de pacientes con LME, se ha realizado estrategias de prevención, atención pre hospitalaria y manejo de la complicaciones que se dan durante el proceso de atención y rehabilitación multidimensional, interdisciplinar e intersectorial, esto en relación con la importancia de poder valorar esos aspectos referentes al funcionamiento de estas personas en su diario vivir y abrirse a la posibilidad que puedan ser sujetos activos en su medio social, esto implica un abordaje desde el modelo biopsicosocial, sin embargo se denota la ausencia de una estrategia tecnológica para comprender las demandas psicosociales de los pacientes con lesión medular y sus cuidadores.

Para contextualizar, frente a los elementos asociados a procesos de rehabilitación para la patología, [4] mencionan que los pacientes con LME, durante el proceso manifiestan que al volver a su vida cotidiana es cuando empiezan a tener limitantes físicos y emocionales, el grupo de personas con tetraplejia y paraplejia concuerdan en que mientras están en el centro de rehabilitación todo es más fácil, pues siempre el personal que esta al cuidado de ellos acuden prontamente según sus necesidades, en general lo definen como un lugar muy bien acomodado en función de las necesidades de los pacientes, a diferencia de su hogar o residencia en el que no encuentran las mismas comodidades, siendo esto un cambio drástico, lo cual genera sentimientos de miedo y desconfianza, el sentimiento de vergüenza esta latente, ya que es necesario pedir ayuda a otros, así mismo el enfrentarse a un mundo al que tienen que redescubrir de una manera distinta a la que se estaba acostumbrado les resulta complejo. A causa de ello, quien sufre una lesión medular requiere de un

acompañamiento continuo de cuidadores, que según [5]: Son aquellas personas que cuidan a otra que está afectada por cualquier tipo de discapacidad, minusvalía o incapacidad que le dificulta o impide el desarrollo normal de sus actividades vitales o sus relaciones sociales. Por tanto, los cuidadores tienen un papel fundamental en el acompañamiento del proceso de discapacidad, cumpliendo con una serie de tareas en el día a día. Con el propósito de entender las demandas de apoyo psicosocial que tienen los pacientes con secuelas de lesión medular-LME y sus cuidadores, es necesario sostener que se genera unas consecuencias, que puede afectar a nivel físico, y biopsicosocial, es importante hablar de ellas, teniendo en cuenta que: Las secuelas físicas y neurológicas pueden alterar la movilidad voluntaria, el control de esfínteres, la sensibilidad, la respuesta sexual y el funcionamiento normal, según el nivel de la lesión. Cabe destacar, las variables psicosociales en juego, los cambios en el estilo de vida y su influencia en la dinámica familiar y social exigen a la persona grandes esfuerzos de afrontamiento y de adaptación a la nueva realidad [2]. Por ello se ve marcada la necesidad de trabajar desde el modelo biopsicosocial con pacientes con LME y sus cuidadores y respaldar el proceso con una estrategia tecnológica.

2. Avances Médicos y científicos

Según [2] frente a esa necesidad emergente, los avances médicos que garantizan la supervivencia de la persona con LME ponen de relieve la importancia de las variables psicosociales intervinientes. Cuando la lesión está médicamente estabilizada, es precisamente cuando los aspectos biopsicosociales aparecen como más relevantes. La rehabilitación se dirige a minimizar las limitaciones funcionales, a conseguir el mayor grado de autonomía posible en el desempeño de las actividades de la vida diaria y a maximizar la calidad de vida de la persona. Por tanto, el objetivo de la rehabilitación no es únicamente la recuperación médico-funcional, sino una adaptación satisfactoria a una situación radicalmente distinta, proceso en el que las variables psicológicas juegan un papel central. Es entonces de gran interés el comprender las diferentes demandas psicosociales que se generan tanto en pacientes con LME como en sus cuidadores, pues se sabe que esta es una condición que se da durante toda la vida, y es esencial comprender el paso desde la rehabilitación a la adaptación o afrontamiento de la enfermedad, con el estudio se pretende responder:

¿De qué manera un diagnóstico tecnológico, puede contribuir a comprender los significados de las demandas de apoyo psicosocial de pacientes con secuelas de lesión medular y sus cuidadores, en la ciudad de Popayán?

3. Generalidades de los cuidadores

Para [6], el cuidado informal hacia personas enfermas, ancianas y que son dependientes sociales, cuenta con una mayor presencia por parte de mujeres, esta es una actividad de apoyo no retribuida, que se le suman diferencias por parte de las experiencias vitales, familiares y laborales entre hombres y mujeres, lo que determina la manera de vivir y hasta de enfermar, pues esto implica el enfrentarse a otros riesgos. En términos generales se habla de que el cuidador puede recibir efectos positivos en su tarea, aun así han sido más los estudios que evidencian unos efectos desfavorables referente a la salud del cuidador y a su calidad de vida, esto puede ser relacionado a que las mujeres suelen ser más propensas a tener complicaciones de salud en comparación con los hombres, sumándole a esto, quienes cuidan en su mayoría son mujeres ancianas, que no tienen empleo retribuido, y su situación económica no suele ser la más favorable, estos factores afectan a su bienestar, generando una posible depresión. Dado esto la calidad de vida de cada uno de las personas que tienen su labor como cuidadores puede estar afectada por una serie de factores que de no ser atendido a tiempo puede estar afectando su bienestar y el de los pacientes. Así es como [7] nos dicen que las personas que cuidan de sus familiares dependientes se ven afectadas en su calidad de vida, como consecuencia de la carga física y emocional que conlleva el cuidado del paciente, así es como la falta de consenso acerca del concepto de calidad de vida de los cuidadores, conlleva a que el profesional de salud, le resulte difícil comprender las necesidades de estos, centrándose solamente en los pacientes y dejando en segundo plano a los cuidadores.

Así mismo [7], determina el significado de que la salud es relacionada con la calidad de vida, el cuidado informal tiene un impacto significativo no solo en salud sino en aspectos como tiempo libre, problemas financieros o de infraestructura. De este modo la lesión medular lleva consigo una reestructuración de la realidad no solo en el paciente si no en el cuidador. Para [8] La capacidad funcional disminuida de la persona con lesión medular no solo comprende la calidad de vida relacionada a la salud del paciente, también se genera un impacto en la familia que necesita volver a estructurarse para adaptarse a las nuevas necesidades de cuidado del

paciente, en una condición limitante, generando así un impacto psicológico y social tanto.

De ahí, se considera que el ajuste social y familiar que demanda la atención de un paciente con la patología conllevaría una sobrecarga, definida como el impacto en el cuidado físico, psicológico, social y financiero que está sujeta al cuidador de una persona enferma y/o con discapacidad, esta sobrecarga generalmente se da en cuidadores informales que son aquellos que no son pagos y no tienen formación en salud. Aunque la familia en general se vea afectada, es un miembro de ella que asume el cuidado primario del paciente en la asistencia física, emocional y financiera. Existen factores desencadenantes en el cuidador primario como el estrés crónico que se manifiestan por problemas físicos y psicológicos, que repercuten en el tipo de cuidado del paciente, en general, cuanto más elevado sea el nivel neurológico de la lesión, mayor será el grado de dependencia, haciendo que el cuidador familiar pase por varias circunstancias como lo son la preocupación acerca de la condición y estabilidad del paciente.

4. Justificación

La tecnología es utilizada en la actualidad para hacer contribuciones a la ciencia en sus diferentes campos, es relevante identificar herramientas que puedan servir de apoyo a quienes tienen alguna condición de discapacidad y quienes cuidan de ellos. Es así como surge la necesidad de crear una estrategia tecnológica que contribuya a la comprensión de las demandas de apoyo biopsicosocial que se generen por parte de pacientes con lesión medular y sus cuidadores.

El desarrollo de la estrategia tecnológica, se consolidara en un prototipo software que se contempló en la norma ISO 9999:2016 [9] que aborda las ayudas técnicas y tecnológicas para personas con limitaciones y según se define “Esta norma internacional establece una clasificación y terminología de productos de apoyo, producidos especialmente para personas con discapacidad o limitaciones, los productos de apoyo utilizados por una persona con discapacidad, pero que requieren la asistencia de otra persona para su funcionamiento, están inmersos en la clasificación de la norma”. Se tomó la característica de Usabilidad, acorde a la norma ISO 25010:2011 [10] en la que se explica el siguiente punto: “Este modelo de sistema es aplicable al sistema humano-computador, incluidos tanto los sistemas informáticos en uso como los productos de software” [11], de esta norma finalmente se abordará la característica de usabilidad como el eje del proyecto de

investigación. Y con el cual se fortalecerá el aseguramiento de la calidad del producto de software.

Frente a la pertinencia disciplinar esta investigación está fundamentada en la premisa de que en la medida que se identifiquen las demandas de apoyo de los pacientes y sus cuidadores se podrá ser más precisos en la estrategia tecnológica, en los protocolos y en las guías prácticas de atención para la intervención de los pacientes. Así mismo frente al impacto social.

5. Marco conceptual

La presente investigación está en función de la comprensión de los factores psicosociales inmersos en las demandas de apoyo de pacientes con secuelas de lesión medular y sus cuidadores, en ese sentido es importante sostener que:

El campo de la psicología se caracteriza por ser una ciencia sustentada en la investigación y una profesión que estudia los procesos de desarrollo cognoscitivo, emocional y social del ser humano, con la finalidad de propiciar el desarrollo del talento y las competencias humanas en los diferentes dominios y contextos sociales [13]. Para [14] la psicología de la salud es la rama aplicada de la psicología dedicada al estudio de los componentes de comportamiento del proceso salud-enfermedad y de la atención a la salud, poniendo especial énfasis en la identificación de los procesos psicológicos que participan en la determinación de la salud, en el riesgo de enfermar, en la condición y en la recuperación de la salud.

La presente investigación, será de tipo cualitativo en donde se utilizará como base la teoría fundamentada.

Que según [15] es el método donde se utiliza, la recolección de datos de manera sistemática, el análisis y la teoría, guardando relación entre sí, metodología que permite que los participantes no sean actores pasivos del proceso. En la medida en que aportan la información se permitirá, estrategias de movilización de emociones y escucha activa como red de apoyo. Además, se considera que en la medida en el que el investigador se pueda enfrentar a un fenómeno real, fortalecerá competencias disciplinares específicas para su área de formación. Por otra parte, es importante afirmar que se busca sentar un precedente de las principales características del fenómeno observado en términos conceptuales, ya que no se ha encontrado evidencia de que exista, lo que hace emerger una brecha del conocimiento que es vital para los grupos de apoyo de pacientes con lesión medular y sus cuidadores.

6. Materiales y métodos

La presente investigación es de tipo cualitativo. Acorde a [16] este tipo de investigación permite visualizar al mundo social desde un punto de vista relativo del paciente con lesión medular y del cuidador, el cual se busca llegar a entender desde la realidad subjetiva de los sujetos por medio de su discurso. Así mismo es de diseño explicativo de corte transversal que como sugiere [16]: Están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. De modo que se busca tener en cuenta como universo a pacientes con lesión medular y a cuidadores, escogiendo un muestreo por conveniencia, definido por 40 (cuarenta) personas, 20 (veinte) pacientes con secuelas de lesión medular y 20 (veinte) cuidadores de la ciudad de Popayán, (Cauca – Colombia).

Los criterios de inclusión para los pacientes participantes fueron:

- i) Ser mayor de 18 años de edad.
- ii.) discapacidad física por diagnóstico de LME.

Los criterios de inclusión para los cuidadores participantes fueron:

- i.) Ser mayor de 18 años de edad.
- ii) se consideró toda persona que declaraba ocuparse del cuidado de un familiar con diagnóstico de lesión medular y convivieran en el mismo hogar.

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaran son: grupos focales, que fueron guiados por preguntas que según [17] afirman es una técnica que permite explorar conocimientos y experiencias de los sujetos en el que se examina lo que la persona piensa, como lo hace y porque lo hace desea manera.

También se realizarán entrevistas como sugiere [16] que son aquellas que permiten hacer un intercambio de información entre sujetos, a través de preguntas y respuestas donde se logra la construcción en conjunto de significados frente a un tema.

Finalmente se pretende analizar los resultados con el software ATLAS. ti. Según [18] está estructurado con un gran potencial multimedia, con el que se trabaja gran parte de información como textos, datos gráficos y audiovisuales. El programa se compone por cuatro etapas: codificación de la información de datos, categorización, estructuración de hallazgos o teorización si fuere el caso. Y el análisis se planteará basado en la teoría fundamentada.

7. Diagnostico Tecnológico

Contextualizando que las tecnologías de información y comunicación TIC se han tornado como una de las herramientas de respaldo en procesos de neuro rehabilitación y procesos ligados a la salud soportada en la robótica, electrónica, computación, realidad aumentada, etc. [19], e identificada la necesidad de entender las demandas psicosociales de pacientes con secuelas de lesión medular y sus cuidadores en la ciudad de Popayán, y la pertinencia de crear una herramienta respaldados en los desarrollos tecnológicos, es fundamental adaptar una estrategia tecnológicas que como manifestara [20] “Las oportunidades de apoyo tecnológico en terapias y neuro – rehabilitación tienen diferentes usos y cuentan con una gama amplia de dispositivos electrónico que facilitan respaldar como complemento procesos de recuperación y de salud para el paciente”.

El equipo de investigación en la formulación del proyecto de investigación, define que uno de los objetivos es diseñar una estrategia tecnológica que permita comprender las demandas biopsicosociales de los pacientes con lesión medular y la de sus cuidadores, para ello se realiza entonces un mapeo sistemático de información [21] soportado en el uso de bases de datos como scopus, elsevier, dialnet, springer, engineering village, entre otras, utilizando palabras claves y combinaciones de operadores lógicos de búsqueda como AND, OR, NOT, NEAR, con el propósito de identificar investigaciones que emplean herramientas tecnológicas acordes a la temática de investigación, el abordaje investigativo se realiza tanto a nivel local, nacional e internacional.

Basados en que se ha demostrado científicamente que la expectativa de vida de pacientes con lesión medular se ha ido aumentando debido a las nuevas tecnologías y avances científicos [22], con los cuales han realizado diferentes estrategias de prevención, atención prehospitalaria y manejo de las complicaciones durante el proceso de atención y rehabilitación.

Sin embargo, los hallazgos frente a tecnologías que respalden o contribuyan a entender las demandas psicosociales de pacientes con lesiones medulares y de sus pacientes, es nulo y un tema descuidado. Esto respalda entonces la propuesta de crear un software soportado en una estrategia tecnológica que tribute en entender las demandas biopsicosociales de pacientes con lesiones medulares y a sus cuidadores en la ciudad de Popayán. Gran parte de las investigaciones encontradas

se encuentran enfocadas a la elaboración de equipos o dispositivos electrónicos para la rehabilitación, con la finalidad de concluir diagnósticos y tratamientos enfocados a la parte especialista [23].

7.1 Propuesta

En base al diagnóstico tecnológico se propone que lo más conveniente es desarrollar un software para múltiples plataformas con funcionamiento online y offline dirigido a identificar las características particulares y contextos del paciente y su cuidador, entender las demandas psicosociales y también sus elementos de comunicación.

Como modelo metodológico de software se realiza una adaptación del marco de referencia para desarrollo ágil programación extrema XP (Fig.2) con el cual se facilita la opción de realizar el análisis a los requerimientos, codificación, pruebas de calidad [24], a través de una manera iterativa, con la finalidad de materializar el software y ponerlo en funcionamiento para las personas con lesión medular y sus cuidadores, todo ello basándose en los artefactos de desarrollo software como las historias de usuario, tarjetas de ingeniería y tarjetas CRC [25].

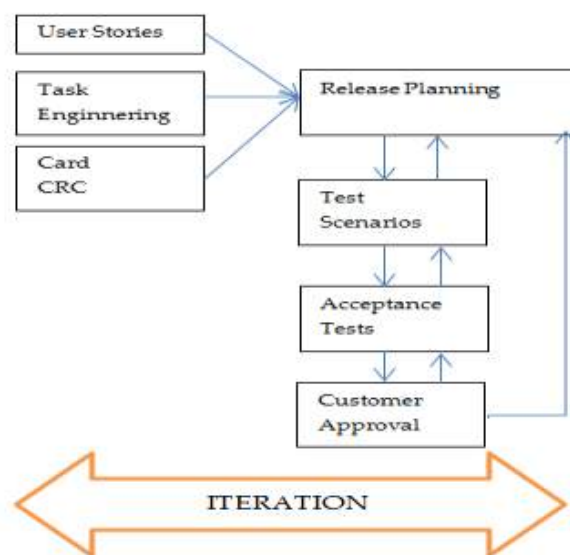


Figura 2. Adaptación del marco de referencia programación extrema.

Fuente: propia

Con el abordaje de los artefactos iniciales, se logra identificar como necesidades del software:

- Acceso online y offline
- Necesidad de diseño responsive
- Diferenciación de usuarios
- Almacenamiento y registro de datos

- Indicadores y métricas
- Usabilidad

Con fundamentos en los hallazgos iniciales, el equipo tecnológico propone un diseño que permita la interacción entre humano computador con una arquitectura online y offline, adaptable a cualquier tipo de pantalla, con un registro y control de usuarios a través de las credenciales (usuario y contraseña) para obtener la autenticación y realizar un seguimiento individualizado al comportamiento en plataforma, el software contará con una conexión a bases de datos bajo el estándar abierto Open Authorization. La codificación y creación se realizara con los lenguajes de marcado y de estilo HTML (HyperText Markup Language) y CSS(Cascading Style Sheets) y las funcionalidades con el lenguaje de programación JavaScript, el soporte documental será guiada con los artefactos de XP [25] , con este ejercicio de inclusión de tecnologías de información se brindara una respuesta a las necesidades de pacientes que sufren algún tipo de lesión medular y sus cuidadores.

8. Resultados

A partir del primer grupo focal realizado de pacientes con secuelas de lesión medular, se pudo identificar, que el desconocimiento de la discapacidad genera un límite en tres ámbitos diferentes: en primer lugar, esta el cuidador, no permite que el paciente desarrolle capacidades autónomas, limitando al paciente a conocer sus verdaderas capacidades y al desarrollo de las mismas. En segunda instancia las instituciones, que en el marco de las políticas que las rigen, no permiten el acceso a completos servicios de salud, medicamentos o herramientas clínicas necesarias para ellos. Así mismo se busca que como paciente se tenga una atención integral en la que no solo se tome la parte física y fisiológica, sino que también se considere la atención psicosocial como un pilar fundamental, haciendo referencia a la integración del modelo biopsicosocial a la enfermedad. En tercer lugar, la sociedad es un componente fundamental para los pacientes ya que estos permiten retomar la cotidianidad, contribuyendo a su desarrollo desde su discapacidad, sin embargo, se ha identificado que el desconocimiento de la discapacidad lleva a que la sociedad no se haga consciente del papel que juega ante esta situación, generando discriminación e indiferencia, convirtiéndose en un limitante en su proceso debido al incremento de la frustración y angustia.

9. Conclusiones

El proyecto ha logrado brindar una respuesta positiva

a la pregunta de investigación, con la realización del objetivo 1 y con un diagnóstico tecnológico que se soporta en un mapeo sistemático de información y un análisis situacional, pues evidencia una necesidad latente de entender las demandas psicosociales de los pacientes con lesión medular y sus cuidadores.

Se evidencia que lo recomendable y adecuado a la necesidad es crear un software con funcionamiento online y offline en múltiples plataformas, como una solución acertada para las necesidades de salud.

Las pruebas de calidad y aseguramiento al software serán fundamentales para cumplir con los criterios de usabilidad y la interacción humano computador frente a los requerimientos en salud soportados en la electrónica, la computación y lo móvil.

Se concluye que el cuidador tiene el papel principal en esta demanda generada por el paciente, en donde se encuentra tres aspectos determinante desde el apoyo que ellos brindan, como son el vínculo con el paciente, el no saber cómo cuidarlos y el olvidarse de sí mismos, todo ello a partir de que se ven involucrados en mayor medida en el proceso que este lleva, relacionándose principalmente desde un ámbito emocional que es prácticamente permanente, pues dedican su tiempo al cuidado con responsabilidad y entrega, haciendo que su función se convierta en el pilar fundamental durante la enfermedad.

Los cuidadores termina aferrándose totalmente a quien tienen a cargo, hasta el punto de olvidarse de sí mismos, y más a un ya que el hacerse responsable de una persona con este tipo de discapacidad requiere dejar de lado muchos aspectos de su vida por el acompañamiento que demanda el paciente, para quienes se deben convertir en su fortaleza y apoyo ante la condición con la que cuentan, en el que no pueden mostrar debilidad, temor, angustia, tristeza y todos aquellos sentimientos que puedan llagarse a dar, con el fin de no acrecentar el sufrimiento que ya de por si tiene el paciente , pero aun así reconocen que deben trabajar a nivel psicológico para poder principalmente expresar todo lo que sienten, todo lo que han callado y reprimido en el transcurso del proceso.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Cooperativa de Colombia, a las facultades de psicología e ingeniería del campus Popayán, el respaldo de los semilleros de investigación y en especial a los pacientes con lesión medular y sus cuidadores participes en el proyecto.

Referencias

- [1] Borrel, F., Epstein, R., Suchman, A. (2006). El modelo Biopsicosocial 25 años después: principios, práctica de investigación científica. *Revista chilena de medicina familiar*. Vol 2 (7), 67-75. Recuperado de <http://www.tricahuescholar.com/tricahue/index.php/sochimef/article/view/103>
- [2] Rueda, M.; y Aguado, A. (2003). Estrategias de afrontamiento y proceso de adaptación a la lesión medular. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado de http://riberdis.cedd.net/bitstream/handle/11181/3220/Estrategias_de_afrontamiento_y_proceso_de_adaptacion_a_la_lesion_medular.pdf?sequence=1&rd=0031822204400375
- [3] Henao, C.; y Perez, J. (2010). Lesiones medulares y discapacidad: revisión bibliográfica. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-59972010000200006&script=sci_abstract&tlng=es
- [4] Gifre, M., del Valle, A., Yuguero, M., Gil, A y Monreal. (2010). La mejora de la calidad de vida de las personas con lesión medular: La transición del centro rehabilitador a la vida cotidiana desde la perspectiva de los usuarios. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3687178>
- [5] Ríos, A.E.R & Galán M.G.N. (2012). Cuidadores: responsabilidades-obligaciones. 11:3. 163-169. recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfneu/ene-2012/ene123i.pdf>.
- [6] Larrañaga, I., Martín, U.; Bacigaluped, A.; Begiristáina, J.; Valderrama, M., Y Arregui, B. (2008). Impacto del cuidado informal en la salud y la calidad de vida de las personas cuidadoras: análisis de las desigualdades de género. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112008000500008
- [7] Villanueva, A., García, R., (2018) calidad de vida del cuidador informal: un análisis de concepto. *Revista ene de enfermería*. Vol. 12 (2), ISSN 1988-348X, páginas 731 – 761. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2018000200003.
- [8] Nogueira, C., Nasbine, Assad., Larcher, H., Spadoti, R., y Haas, V. (2012). sobrecarga del cuidado e impacto en la calidad de vida relacionada a la salud de los cuidadores de individuos con lesión medular. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, 20(6). 09. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/rlae/v20n6/es_06.pdf
- [9] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9999: Ayudas técnicas para personas con limitación. Bogotá: Icontec; 2006; Recuperado de <http://goo.gl/fC9RHW>.
- [10] ISO/IEC 25010:2011 – Systems and software engineering – SquaRE – Systems and software quality requirements and evaluation. Geneve 2011. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/35733.html>
- [11] Hussain, A., y Mkpojiogu, EO (2015). Una aplicación de la norma ISO / IEC 25010 en la evaluación de la calidad de uso de un sistema de conciencia de salud en línea. *Jurnal Teknologi*, 77 (5).
- [12] Letelier, P. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). [13] ley 1090. (2006). Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12870/BI%2024%20Rehabilitaci%C3%B3n%20web.pdf?sequence=1> [14] Rivera, B; y Piña, J. (2006). Psicología de la salud: algunas reflexiones críticas sobre su qué y su para qué. *scielo.org*, 671. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rups/v5n3/v5n3a19.pdf>
- [15] Strauss, A y Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Recuperado de <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/bases-investigacion-cualitativa.pdf>
- [16] Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- [17] Hamui, A., Varela, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Revista de Investigación en educación médica*. vol 2 (5), pp. 55- 60, ISSN 2007-5057. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3497/349733230009.pdf>
- [18] Varguillas, C. (2006). El uso de atlas.ti y la creatividad del investigador en el análisis cualitativo de contenido upel. *instituto pedagógico rural el mácaro*. Laurus, Revista de educación. Vol 12, pp. 73-87. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76109905.pdf>
- [19] Calabrò, RS, Cacciola, A., Bertè, F., Manuli, A., Leo, A., Bramanti, A., ... y Bramanti, P. (2016). Rehabilitación de la marcha robótica y dispositivos de sustitución en trastornos neurológicos: ¿dónde estamos ahora? *Ciencias neurológicas*, 37 (4), 503-514.
- [20] Fazekas, G., Tavaszi, I., y Tóth, A. (2016). Nuevas oportunidades en Neuro - Rehabilitación: Terapia mediada por robot en conditos postales impedimentos del sistema nervioso central.
- [21] Maestre-Gongora, G., & Colmenares-Quintero, R. F. (2018, June). Systematic mapping study to identify trends in the application of smart technologies. In 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)(pp. 1-6). IEEE
- [22] Hilderley, AJ, Fehlings, D., Lee, GW y Wright, FV (2016). Comparación de un programa de entrenamiento de marcha asistido por robot con un programa de entrenamiento de marcha funcional para niños con parálisis cerebral: diseño y métodos de un ensayo controlado cruzado aleatorizado de dos grupos. *Springerplus*, 5 (1), 1886.
- [23] Saavedra, S. C., Saldaña, M. B. G., Carpintero, M. J. G., Alonso, M. M., Arias, A. A., & Gutiérrez, L. C. (2017). Aplicación de las nuevas tecnologías en la rehabilitación del lesionado medular. *Revista Española de Discapacidad (REDIS)*, 5(1), 229-236.
- [24] MERA PAZ, Julián Andrés, et al. Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. 2016.
- [25] Fuentes, J. R. L. (2015). Desarrollo de Software ÁGIL: Extreme Programming y Scrum. IT Campus Academy

Implementación de las NIF para las industrias del grupo tres ubicadas en Neiva (Colombia): avance

Implementation of the NIF for the industries of group three located in Neiva (Colombia): progress

Pedro Luis Huergo Tobar¹*, Alba Lucia Galvis Gómez¹

¹ Programa Contaduría Pública, Universidad Cooperativa de Colombia – Campus Neiva, Colombia

*Autor de correspondencia: pedro.huergo@campusucc.edu.co

RESUMEN– El presente trabajo es un avance parcial de investigación a efectuar en dos ciudades de Colombia. Acá se registran los hallazgos encontrados sobre la aplicación de las normas de información financiera (NIF) en las industrias del grupo tres según las políticas contables establecidas por su administración. Investigación de enfoque cuantitativo, empírico-analista de tipo descriptivo, empleando método deductivo y de corte transversal. Se aplicaron encuestas con preguntas de selección múltiple a una muestra de 313 empresas en el tiempo comprendido en el segundo semestre del 2018 y primer semestre del 2019. El hallazgo principal radica en que la mayoría de las empresas encuestadas no da mayor importancia al proceso de armonización de las NIF dejándolas en una situación vulnerable, frente a un mundo que le ha apostado al modelo de estandarización de la información financiera.

Palabras clave– Armonización, capacitación, política contable, PYMEs

ABSTRACT– The present work is a partial research advance to be carried out in two cities of Colombia. Here is recorded the findings found on the application of financial information standards (FIS) in the industries of the Group Three, according to the accounting policies established by its administration. Investigation of quantitative, empirical-analytical approach of descriptive type, using deductive and cross-sectional method. Surveys with multiple-choice questions were applied to a sample of 313 companies in the time between the second half of 2018 and the first half of 2019. The main finding is that most of the companies surveyed do not give greater importance to the harmonization process of the financial information standards (FIS), leaving them in a vulnerable situation and facing a world that has bet on the model of standardization of financial information.

Keywords– Harmonization, training, accounting policy, SMEs.

1. Introducción

La importancia de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs) es reconocida por su contribución al desarrollo de un país. Según Padilla (2018) citando al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Colombia las micro, pequeñas y medianas empresas aportan al 35 % del PIB, representan el 80 % del empleo del país y el 90 % del sector productivo nacional. Pese a esto, este tipo de organizaciones “necesitan más dinero, administrar mejor, mejor tecnología, aumentar la productividad, resolver las cargas regulatorias cada día más asfixiantes” (Vilalta y Perdomo, 2017).

Sobre este último punto, Colombia optó por efectuar la transición de su información financiera de los principios de contabilidad generalmente aceptados (PCGA) a los estándares internacionales iniciando este proceso con la expedición de la Ley 1314 del año 2009, modificando políticas y procesos administrativos, contables y operativos. Según Juárez (2014) “Se estima que el 95 por ciento de las pequeñas y medianas empresas mueren antes de los cinco años de vida y el 80 por ciento desaparece en su segundo año, entre los principales errores que enfrentan está relacionado con la falta de prácticas empresariales” Al mirar la realidad local no es diferente. Romero, (2017) asevera que en el Huila “...la

mayoría de las unidades productivas canceladas corresponden al rango de microempresas. De 2.400 que se cancelaron en el primer semestre de 2017, 2.392 fueron Microempresas y 8 Pequeñas empresas”.

Es menester conocer cómo ha sido el proceso puntual de implementación en diferentes sectores de las industrias del grupo 3 en ciudades intermedias de Colombia en lo concerniente a la aplicación de las Normas de información financiera (NIF). Lo anterior con el fin de fortalecer las prácticas contables en el control de operaciones del equipo administrativo y contables de estas microempresas. Para ello se propuso desarrollar la investigación en dos ciudades colombianas. La pretensión de este escrito es dar a conocer los avances parciales obtenidos en la ciudad de Neiva (Colombia).

Se observa que, en este tipo de organizaciones, la importancia dada a los procesos contables no es mucha, a no ser que requieran apalancarse en entidades públicas o privadas ya sea para acceso a capital o licitaciones. Se puede decir que esta situación se debe principalmente a que sus directivas desconocen la normatividad y para los que han iniciado el proceso ha sido confuso, logrando así pérdida de beneficios tributarios y competitividad. Lo anterior podría conducir al microempresario a asumir un mayor costo, además de hacerse a las sanciones plasmadas en la Ley 222 de 1995 y a las multas impuestas por las respectivas superintendencias. De lo anterior surge la siguiente pregunta ¿Cuál es el proceso de implementación de las NIF para las industrias del grupo tres ubicadas en la ciudad de Neiva (Colombia)?

La presente investigación tiene como fin contribuir al progreso económico en Colombia, se parte de la premisa de aportar con el mejoramiento de las empresas a nivel local en los procesos contables cuando se entienda cómo se ha dado la aplicación de las normas internacionales de información financiera (NIIF) y NIF en la actualidad; solo así, se podrán dar pautas para el mejoramiento de dichos procesos. De igual manera el presente estudio se da por la vigencia de las NIIF adoptadas en Colombia y la complejidad y trascendencia en la presentación de los estados financieros, así como de las implicaciones en

diferentes aspectos para poner a punto y cumplir con los requerimientos exigidos.

2. Fundamentación teórica.

Cuando Colombia optó por adoptar una normatividad que contribuyera a afrontar un mundo globalizado, caracterizado por su constante cambio como lo es el actual y le permitiese una estandarización en la presentación de sus registros, proporcionando una mayor claridad, transparencia, comparabilidad y eficiencia como son las NIIF y NIF, se hace necesario sustentar la presente propuesta y desarrollo de este trabajo investigativo en teorías que sirvan como base y a su vez, contribuyan a la comprensión dicho proceso. De allí que se consulta a Jensen y Mecklin (1976 p.38) quienes plantean la teoría de la agencia donde presenta dos tipos de relaciones: el inversor y el acreedor, dentro de ellas se tienen diferentes tipos de coste asociados a la agencia: Se inicia con los costes asociados a los mecanismos de control hacia el agente como medida de protección de los intereses del principal ente económico. Luego siguen los costes asociados a los mecanismos de control dirigidos por el propio agente para indemnizar a los propietarios en caso de un comportamiento abusivo y, por último, se maneja la pérdida residual asociada a la falta de maximización de la utilidad.

Dentro de la teoría positiva de la contabilidad, se destacan Watts & Zimmerman, (1990) que le dan tres hipótesis básicas de la teoría de la agencia; Hipótesis de remuneración, Hipótesis de endeudamiento, Hipótesis de los costes políticos. La primera hace referencia a la importancia de las cifras contables en la formalización de los contratos de remuneración, presiona a los directivos para cumplir con las cláusulas establecidas y conseguir la retribución marcada, la hipótesis de endeudamiento hace referencia a los contratos de deuda que incluyen cláusulas restrictivas basadas en partidas contables.

En ambas teorías se ve la necesidad de dar cumplimiento a las obligaciones de los agentes con los que la firma tiene establecidas relaciones y por ende es necesario analizar bajo la luz sus protagonistas es decir, las empresas objeto de estudio, cómo nos presentan el

cumplimiento del proceso de aplicación de las NIF y por ende poder de allí inferir si le están dando respuestas a los agentes con los que se encuentran involucrados.

Por otra parte, algunos de los trabajos consultados sobre el tema objeto de estudio, presenta a (Tapia & Agamez de Ávila, 2014) quienes afirman que Colombia atraviesa un proceso de transición y aplicación de un modelo contable presidido por estándares internacionales de contabilidad y manejo de la información financiera para dar cumplimiento a los acuerdos internacionales en lo que respecta a la Organización Mundial del Comercio (OMC) y así poder integrarse a un sistema globalizado de comercio. Con ello se espera obtener un mejor desarrollo económico y productivo, pero su aplicación ha resultado ser un proceso bastante complejo que requiere de una preparación previa de acuerdo con las implicaciones técnicas y tecnológicas que este nuevo modelo tiene; de allí la necesidad de tomar acciones inmediatas por parte de las empresas y de quienes ejercen la profesión contable en su implementación.

Un tema importante para el proceso de adopción de los estándares es la manera de armonizar las NIIF y las normas tributarias colombianas, Martínez (2014) expone que en Colombia observar la profesión contable y la contabilidad, tienen grandes desafíos conceptuales y técnicos que hay que abordar. Enfatiza en la necesidad de descontaminar la contabilidad con concientización de la profesión contable enfocado a las empresas del grupo 3.

Asimismo, Vélez (2015) presenta el cronograma establecido por el gobierno nacional de implementación de las NIF en las microempresas desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2013, correspondiente al periodo de preparación obligatoria, la fecha de transición y estado de situación financiera de apertura que empieza el 1 de enero de 2014, el periodo de transición va desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2014, últimos estados financieros conforme a los Decretos 2649 y 2650 de 1993 de igual manera va hasta el 31 de diciembre de 2014, para que su fecha de aplicación sea el 1 de enero de 2015, y el primer periodo de aplicación desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2015, emitir un reporte al final de año 2015.

De lo anterior se infiere el compromiso del contador público de velar por el cumplimiento y buen desarrollo de estos procesos en la organización en lo que concierne a su campo de acción y el grado de responsabilidad que las empresas asuman en la aplicación que a la fecha se supone ya debe de haber culminado.

Es importante establecer la diferencia entre las NIIF y las NIF, porque, aunque ambas se derivan de la Ley 1314 del año 2009; las primeras están fundamentadas en estándares internacionales y son de obligatorio cumplimiento para las empresas clasificadas en el grupo 1 y 2, tal como lo establecen los Decretos Reglamentarios expedidos inicialmente 2784 del año 2012 y 3022 del año 2013. El Decreto 2706 del año 2012 para las microempresas o grupo 3, corresponde a una contabilidad simplificada de causación para este grupo de empresas, donde su característica principal es reconocer los hechos contables y financieros bajo el criterio del costo histórico y por el sistema de causación.

3. Metodología

Es una investigación de enfoque investigativo cuantitativo, empírico-analista y se basa en datos estadísticos recopilados para dar respuesta a unas causas-efectos concretas y así poder conocer el impacto que trae la migración de los PCGA en Colombia hacia normas internacionales y conocer la percepción sobre la aplicación por primera vez de la NIF en las industrias del grupo 3. El método de estudio utilizado es el método deductivo, porque brinda la posibilidad de extraer de una manera sintética y clara la información necesaria para poder corroborar y suplir las falencias que se generan en cuanto al proceso de aplicación. También es una investigación descriptiva debido a que de manera previa se realiza el análisis de datos con el fin de buscar factores, características y otros rasgos importantes del tema a analizar y contribuir a la familiarización con la situación o problema e identificar las variables más importantes. Dentro de la presente investigación es realizar un análisis concreto de la situación actual que ha enfrentado el sector industrial del grupo 3 y se presenta lo acontecido en el municipio de Neiva, para determinar los posibles

problemas que atraviesan las mismas, y que pueden perjudicar el desarrollo de su objeto social. El corte de la investigación es transversal ya que permite comparar la aplicación de las NIF en este sector económico en un tiempo único con el propósito de ofrecer un panorama de cómo se está aplicando la normatividad expedida para las empresas y demás personas tanto naturales como jurídicas, estas variables son medidas en un momento determinado.

Como fuente primaria, el instrumento para la recolección de información es la encuesta. A su vez, con el propósito de clasificar las actividades económicas de los empresarios del país de la manera más precisa, las cámaras de comercio del país, a partir del año 2000, se rigen por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las actividades económica (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017). Según datos suministrados por la Cámara de Comercio de Neiva en el 2018, la totalidad de las empresas dedicadas a la actividad industrial en el departamento del Huila son de 4.689 empresas. Al filtrar la base de datos suministrada se obtiene que en la ciudad de Neiva hay 1682 empresas pertenecientes a esta actividad.

Para calcular la muestra se emplea la calculadora de muestras de Asesorías Económicas y Marketing Copyright 2009. Con un margen de error del 5%, un nivel de confianza del 25% y con una población de 1682 empresas pertenecientes al grupo 3 el tamaño de la muestra es de 313.

Tabla 1. Clasificación Actividades Económicas Empresas Industriales Grupo 3.

OPCIÓN ACTIVIDADES ECONÓMICAS EMPRESAS INDUSTRIAL GRUPO 3	Total población (fh) =0.18608799 Nh (fh)=nh	MUESTRA
MANTENIMIENTO	218	41
EXPLOTACIÓN	3	1
CONSTRUCCIÓN	78	15
COMERCIO	340	63
CONFECCIÓN	259	48

EXTRACCIÓN	7	1
ELABORACIÓN	331	62
PROPAGACIÓN DE PLANTAS	1	0
FABRICACIÓN	410	76
CULTIVOS	6	1
INDUSTRIAS	29	5
TOTAL	N=1682	n=313

Fuente: Autores

Para iniciar la aplicación del instrumento en la ciudad de Neiva fue necesario seleccionar aleatoriamente la población a encuestar según la muestra y la actividad económica. La encuesta realizada a la muestra seleccionada cuenta con 22 preguntas cerradas relacionadas con la aplicación de la NIF en las empresas del grupo 3 (Microempresas) ubicadas en la ciudad de Neiva.

4. Tratamiento de la información.

A continuación, se presenta, gráficas y análisis correspondientes a las preguntas del objetivo 1 (Identificar la correcta aplicación de las NIF según las políticas contables establecidas por la administración de las industrias del grupo tres) Ver figura 1.

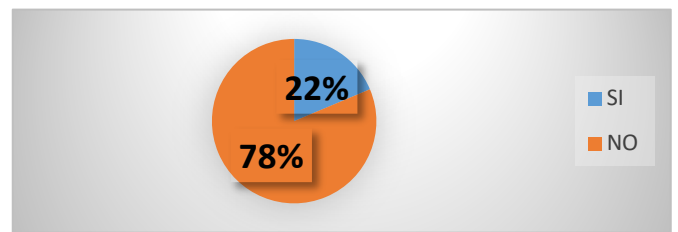


Figura 1. ¿El personal de la empresa fue sensibilizado en el tema de la Norma Internacional? Fuente: Autores.

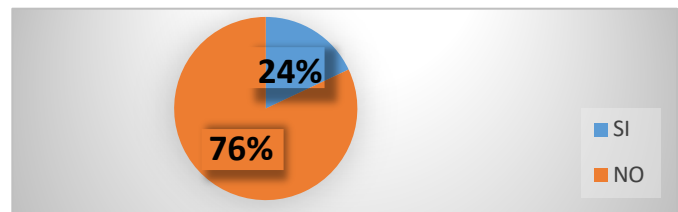


Figura 2. ¿Conoce el propósito de la aplicación del Estándar NIF?. Fuente: Autores.

La mayoría de los encuestados asevera no haber recibido el proceso de sensibilización de la norma, como

consecuencia se puede colegir que la importancia a la aplicación de la norma no es prioritaria en este tipo de organizaciones en Neiva. En lo que respecta al conocimiento de por qué en Colombia se cambió de contabilidad local por la estándar internacional se halla que posee los mismos porcentajes de la gráfica anterior, o sea el 78% de los encuestados afirman que no conocen las razones, evidenciando que en una gran cantidad de empresas existe desconocimiento sobre la necesidad y el por qué el gobierno colombiano tomó esta decisión mostrando dos situaciones: una despreocupación de las empresas sobre esta normatividad, y por ende se puede inferir la falta de responsabilidad del estado para sensibilizar a estas empresas en la toma de acciones encaminadas a la difusión de las NIF. En lo que respecta al propósito de la aplicación del Estándar NIF (ver figura 2)

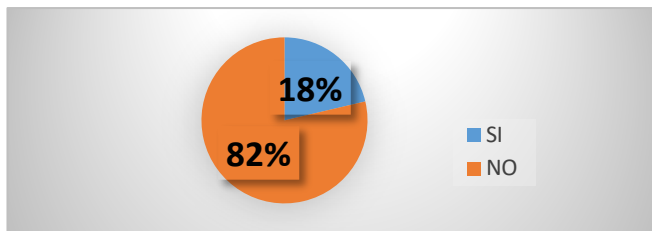


Figura 3. ¿Los estados financieros preparados por la empresa están alineados con las políticas contables propuestas para el grupo 3?. Fuente: Autores.

Los resultados no dejan de ser preocupantes, ya que el 82% de los encuestados desconocen la aplicación del estándar NIF; lo anterior evidencia la falta de conocimiento y relevancia que trae este tipo de normas a estas empresas por considerarlas innecesarias y confusas, ya que su fin no deja de ser recaudar impuestos y afectar su economía, mientras que para el 18% restante afirman que al conocer la finalidad de esta norma pueden conocer la realidad de sus negocios, tener un orden en su información financiera y recibir los beneficios tributarios que el estado otorga a los que decidan ejecutarlas.

En lo concerniente a si los estados financieros preparados por la empresa están alineados con las políticas contables propuestas para el grupo 3 ver figura

3. Lo anterior evidencia que la mayoría de las organizaciones pertenecientes al grupo 3 no se han comprometido en el proceso de la aplicación de la Ley 1314 de 2009 y el Decreto 2420 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario de las Normas de las normas de Contabilidad, de Información Financiera y de Aseguramiento de la Información ya que el 76% de las empresas afirman no estar alineados con la normatividad del grupo 3; esto acarrea para los empresarios el desconocimiento de la realidad de sus empresas, limitantes a su actividad económica en caso de financiamiento por entidades bancarias y financieras además podría ocasionar rezago en su gremio. Sobre si conocen el propósito de la aplicación de la Contabilidad Simplificada NIF ver figura 4.

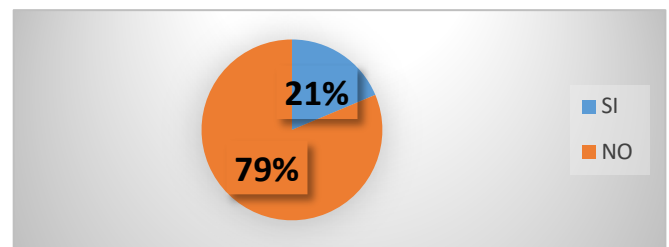


Figura 4. ¿Conoce el propósito de la aplicación de la Contabilidad Simplificada NIF?. Fuente: Autores.

Se observa que tan solo el 21% de las empresas encuestadas conocen el propósito de la contabilidad simplificada, argumentando que se sienten parte de la economía como generadores de empleos, y parte del cambio; lo anterior denota la adquisición de una cultura contable importante en lo concerniente a la aplicación de la contabilidad simplificada NIF. Cabe resaltar que el 79% restante que desconoce este tipo de normatividades puede considerarla como un tema sin importancia y adicionalmente un sobrecosto.

Sobre si la empresa cuenta con el manual de políticas contables de acuerdo con los capítulos de la NIF correspondiente a la Contabilidad Simplificada. Ver figura 5.

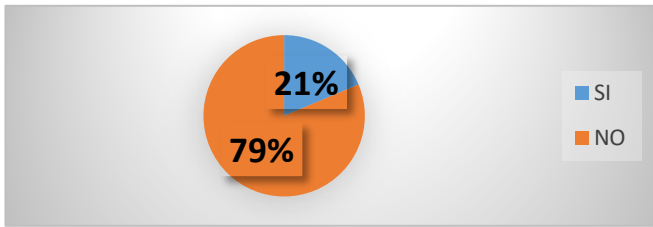


Figura 5. ¿La empresa cuenta con el manual de políticas contables de Acuerdo con los capítulos de la NIF correspondiente a la Contabilidad Simplificada?. Fuente: Autores.

Más del 79% de la población encuestada afirman no contar con un manual de políticas contables de acuerdo con los capítulos de las NIF, es decir que en su mayoría las microempresas no ven la norma como un modelo económico alternativo e inclusivo que puede contribuir al mejoramiento del ciclo económico y consiga la calidad de vida. En lo que respecta a si las políticas fueron construidas de acuerdo con la estructura financiera de la empresa ver figura 6.

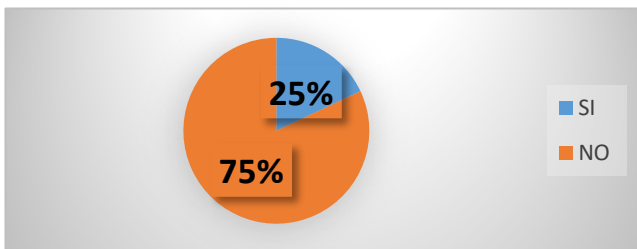


Figura 6. ¿Las políticas fueron construidas de Acuerdo con la estructura financiera de la empresa? Fuente: Elaboración propia.

Se contempla que el 75% de las empresas afirman que las políticas no fueron construidas de acuerdo con la estructura financiera de la empresa; lo anterior evidencia que no existe articulación entre la gestión administrativa de las políticas frente a la estructura financiera de la empresa, lo que lleva a entender que la información suministrada a entes de control presenta incorrecciones ya que cabe resaltar que la mayoría de estas empresas no implementan políticas contables. En lo concerniente al personal con que contó para la construcción de manual de políticas ver figura 7.

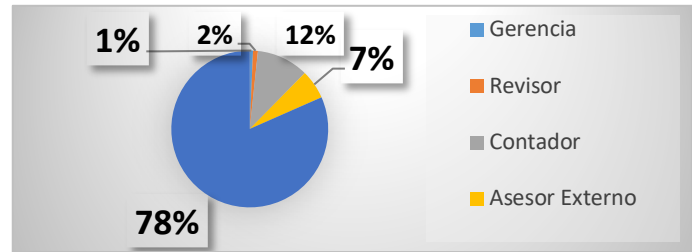


Figura 7. La construcción de manual de políticas se contó con: Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior demuestra que para la construcción del manual de políticas se contó fuera del gerente con un apoyo de profesionales conocedores del área contable en un 12%, y tan solo un 7% de los encuestados accedió a un asesor externo, al relacionarlo con los datos recolectados se puede deducir que no existe una alta preocupación por conseguir personal que ayude a dar un lineamiento para la construcción de un manual de políticas acorde con las NIF, lo que puede conllevar a problemas como el generar información inexacta, falsa percepción de mejoría o progreso económico del sector en que se encuentre. Sobre tener clara la aplicación de la Contabilidad Simplificada (grupo 3), ver figura 8.

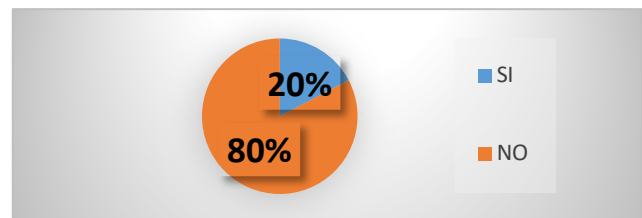


Figura 8. ¿Tiene clara la aplicación de la Contabilidad Simplificada (grupo 3)? Fuente: Elaboración propia

El que la mayoría de las empresas encuestadas afirmen no tener conocimiento de la contabilidad simplificada del grupo 3, significa la falta de difusión y divulgación de la información, por parte de los entes responsables de dicha actividad, además la falta de profesionales que se encuentren totalmente capacitados en este tema, aunque cabe resaltar que el tema de las NIF genera cierto tipo de discrepancia en estas empresas debido a que los empresarios piensan que al implementar dicha norma deberán pagar más impuestos. En lo que

atañe a si se considera indispensable que el Gobierno haya incluido a las microempresas dentro de los marcos normativos, ver figura 9.

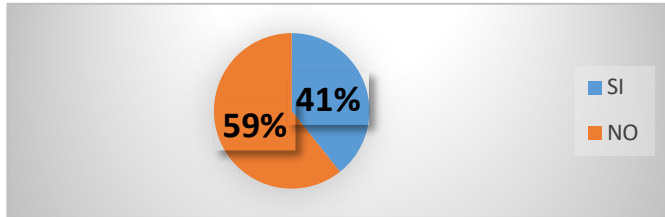


Figura 9. ¿Considera indispensable que el Gobierno haya incluido a las microempresas dentro de los marcos normativos? Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que el 41% de las empresas considera indispensable que el gobierno haya incluido a las microempresas en los marcos normativos, es algo que no deja de crear asombro, ya que a pesar de que lo consideran importante, al relacionarlo con los otros hallazgos se encuentra una incoherencia entre la consideración de ser incluidas vs el que no estén, tomando acciones más fuertes direccionadas a su aplicación plena ya que un 59% de las empresas no le parece importante estos marcos normativos. Sobre si se estima que la aplicación de la Contabilidad Simplificada le da valor agregado a la empresa, ver figura 10.

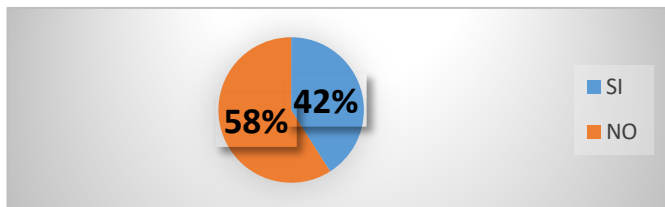


Figura 10. ¿Estima que la aplicación de la Contabilidad Simplificada le da valor agregado a la empresa? Fuente: Elaboración propia

Lo anterior nos muestra que el 58% de las organizaciones encuestadas no le dan una real trascendencia a lo que respecta la aplicación de estas normas a sus entidades, por considerarlas innecesarias y desgastantes, pero da un parte de tranquilidad observar que el 42% lo ven como algo positivo y significativo, ya que la empresa seria competitiva en el mercado.

5. Discusión de los resultados

Al efectuar el análisis acerca del diagnóstico del proceso de implementación de las NIF para las industrias de la ciudad de Neiva el factor percibido de mayor importancia es la sensibilización y conocimiento de dicha normatividad ya que en un 78% (Gráfica 1) y en un 79% (Gráfica 5) se reflejó desconocimiento y desinterés por su implementación. Esto muestra que existe la necesidad de brindar capacitaciones y mayor divulgación a este tipo de empresas, sobre esto, (Juárez, 2014) establece que para mantener una empresa sólida en el mercado se debe contar con un equipo de trabajo competente para afrontar estos cambios en la economía, conocer su resultado y rumbo. Además, el que tan solo un 12% ha contado con la asesoría de un contador para la construcción del manual de políticas contables, hace necesario que los contadores públicos deben estar capacitados en este tema (Flórez y Pérez, 2017) determinan que en países como Nicaragua los profesionales de la contaduría pública deben ser los más comprometidos a aplicar las NIIF en las empresas apoyadas con su administración de las mismas. Además, incitan al contador público a estudiar esta normativa para contribuir en el desarrollo de la organización ya que cabe resaltar que la adopción de esta normativa involucra cambios significativos en todas las áreas de la empresa.

6. Conclusiones

Las contribuciones de este primer avance investigativo, fue determinar el grado aplicación de las NIF en las industrias del grupo 3 según las políticas contables establecidas en la ciudad de Neiva, las cuales son de suma relevancia ya que en la actualidad la implementación de las NIIF y NIF es obligatoria. Lo que se ha podido observar es que la gran mayoría de las industrias del grupo 3 ubicadas en la ciudad de Neiva no tiene claro la magnitud de su responsabilidad frente a estos procesos que ya deberían, en teoría haberlos terminado. A pesar de que los gremios y universidades de la región ofertan diplomados y cursos de actualización sobre el particular, se pone de manifiesto que se requiere

de una mayor voluntad política y gremial para direccionar a este grupo de empresas con la actual normatividad. Finalmente, la inversión en el software contable y administrativo para implementar las NIF es un rubro adicional para presupuestar. Los usos de las tecnologías van de la mano con las competencias del profesional de hoy, debe tener tanto las competencias que las normas vigentes exigen, trabajar mancomunadamente y estar atentos con las posibilidades que la tecnología puede brindar.

7. Agradecimiento

A las estudiantes, Heidy Johana Jaramillo Perdomo, Dally Yuliana Gutiérrez Cañón, Luisa Fernanda Hernández Olarte y Cindy Yuset González Aguirre, quienes colaboraron como auxiliares de investigación en el segundo semestre del 2018 y primer semestre del 2019. Trabajo financiado por CONADI, Universidad Cooperativa de Colombia, campus Neiva. Gracias especiales al grupo de investigación COMDEHUILA.

8. Referencias

- [1] Flores, D. J., & Pérez, E. J. «Contabilidad financiera: Adopción de la NIF para PYMES de las secciones 3 a la 8 en la presentación del conjunto de estados financieros en la empresa productos alimenticios S.A. para el periodo finalizado 2015». Universidad Nacional Autónoma de Managua. [Online]. <http://repositorio.unan.edu.ni/3353/> (último acceso: 7 de 6 de 2019), 2017
- [2] Jensen, M. y Meckling, W. H. «Theory of the firm: managerial behaviour, agency costs and ownership structure». *Journal of Financial Economics*, 3 (4): p.p. 305-360. 1976
- [3] Juárez, P. «Seis estrategias para fortalecer tu Pyme». *Empresas. El financiero*. [Online]. <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/seis-recomendaciones-para-fortalecer-y-consolidar-su-pyme.html> (último acceso: 9 de junio de 2019), 2014.
- [4] Ley N° 222 de 1995. *Diario Oficial de la República de Colombia*, Bogotá, Colombia. [Online]. en: <http://www.supersociedades.gov.co/superintendencia/normatividad/Leyes/Leyes/Ley%20222%20de%201995.pdf>. (último acceso: 7 de 6 de 2019), 1995.
- [5] Ley N° 1314. *Diario Oficial de la República de Colombia*, Bogotá, Colombia, No. 47.409 de 13 de julio de 2009. [Online]: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1314_2009.html. (último acceso: 7 de 6 de 2019), 2009.
- [6] Martínez, L. F. «El desafío de la profesión contable. Conocimiento y desarrollo SAS». [Online]. https://www.ceta.org.co/html/archivos/foro/Archivo_ForoID1190.pdf (último acceso: 7 de 6 de 2019), 2014.
- [5] Padilla, S. «Cuál es la mayor preocupación de las pymes? La competitividad» *Economía. El Espectador*. [Online]. <https://www.elespectador.com/economia/cual-es-la-mayor-preocupacion-de-las-pymes-la-competitividad-articulo-740471> (último acceso: 7 de 6 de 2019), 2018.
- [7] Romero, J. «Dinámica empresarial del Huila. 2017-1s. Cámara de comercio de Neiva. [Online]. <https://www.ccneiva.org/wp-content/uploads/2017/08/Dinamica-Empresarial-Departamento-del-Huila-1er-semester-2017-1.pdf> (último acceso: 9 de junio de 2019), 2017.
- [8] Tapia, C., & Agamez de Avila, C. «Modelo de implementación de las normas internacionales de información financiera en una microempresa aplicación del Decreto 2706 del 2012». [Online] <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/2180/1/MODELO%20DE%20IMPLEMENTACION%20DE%20LAS%20NORMAS%20INTERNACIONALES%20DE%20INFORMACION%20FINANCIERA%20EN%20UNA%20MICROEMPR.pdf> (último acceso: 7 de 6 de 2019), 2014
- [9] Vilalta y Perdomo, E.L. «El impacto de la industria 4.0 en la microempresa o la necesidad de formar y formarse» *Ingeniería y tecnología. Revista UNIR*. [Online]. <https://www.unir.net/ingenieria/revista/noticias/el-impacto-de-la-industria-4-0-en-la-microempresa-o-la-necesidad-de-formar-y-formarse/549203082610/> (último acceso: 7 de 6 de 2019), 2017.
- [10] Watts, R. L. y Zimmerman, J. L. «Positive Accounting Theory». Prentice Hall, 1986.

AmITIC 2019

Memorias del Congreso Proceeding Conference

11 al 13 de Septiembre de 2019
Pereira, Colombia

Editores:

Dr. Vladimir Villarreal.

Dra. Lilia Muñoz.

Organizan:



Auspician:

